

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

INFLUENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE SEMILLAS Y GRANOS  
ANDINOS SOBRE LA ACEPTABILIDAD SENSORIAL Y CONTENIDO  
DE FIBRA DE UNA BARRA FUNCIONAL

TESIS

Presentada por:

Bach. IVETTE LUCIANA MENDOZA CUSI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA – PERÚ

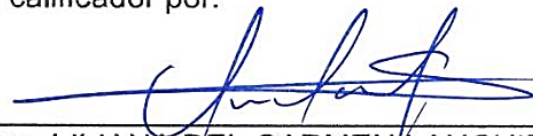
2016

# UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

## INFLUENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE SEMILLAS Y GRANOS ANDINOS SOBRE LA ACEPTABILIDAD SENSORIAL Y CONTENIDO DE FIBRA DE UNA BARRA FUNCIONAL

Tesis sustentada y aprobada el lunes 31 de agosto del 2016, estando conformado el jurado calificador por:

Presidente :   
Dra. LILIANA DEL CARMEN LANCHIPA BERGAMINI

Secretario :   
MSc. LUIS ALBERTO MARÍN ALIAGA

Vocal :   
MSc. ROLANDO CÉSPEDES ROSSEL

Asesor :   
MSc. SAMUEL ROMÁN CERRO RUIZ

## DEDICATORIA

*A mi madre Sra Juana Cusí  
Montes, y demás familiares que  
siempre me demostraron su amor  
y apoyo incondicional. .*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios por darme la vida y permitir que pueda lograr cumplir con todas las metas que me he trazado.*

*A aquellos docentes de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias que a lo largo de mi permanencia en las aulas y posteriormente con el desarrollo y culminación de la presente tesis, mostraron su apoyo leal y sincero.*

*A todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron en el ámbito profesional y personal; con sus conocimientos, consejos y experiencias que me sirvieron de mucho para seguir adelante.*

*Y en especial, a mi madre por su paciencia y confianza a lo largo de toda mi vida.*

## ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	2
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Formulación y sistematización del problema .....	4
1.3 Delimitación de la investigación .....	4
1.4 Justificación .....	5
1.5 Limitaciones.....	6
1.6 Objetivos.....	6
CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	7
2.1 Hipótesis generales y específicas.....	7
2.2 Diagrama de variables .....	8
2.3 Indicadores de las variables .....	8
2.4 Operacionalización de variables .....	9
CAPÍTULO III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	10
3.1 Conceptos generales y definiciones .....	10
3.1.1 Barras de cereales .....	10
3.1.2 El diseño de experimentos .....	11

3.1.3	El diseño de mezclas .....	13
3.1.4	Análisis de regresión .....	15
3.1.5	La metodología de superficies de respuesta (MSR) .....	15
3.2	Enfoques teóricos- técnicos.....	16
3.2.1	Miel de abeja.....	16
3.2.2	Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	17
3.2.3	Kiwicha ( <i>Amaranthus caudatus</i> ).....	20
3.2.4	Linaza.....	22
3.2.5	Ajonjolí o sésamo .....	23
3.2.6	Fibra cruda .....	25
3.2.7	Fibra dietética.....	26
3.2.8	Análisis sensorial de alimentos .....	30
3.2.9	Alimentos funcionales .....	31
3.2.10	Parámetros nutricionales .....	32
3.3	Marco referencial .....	34
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		36
4.1	Tipo de investigación .....	36
4.2	Población y muestra .....	36
4.3	Materiales y Métodos.....	38
4.3.1	Diseño procedimental.....	38
4.3.2	Materiales y equipos .....	40

4.3.3	Procedimientos de investigación .....	43
4.3.4	Análisis de datos .....	44
CAPÍTULO V. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS.....		45
5.1	Técnicas aplicadas en la recolección de la información .....	45
5.2	Resultados y discusiones .....	46
5.2.1	Aceptabilidad sensorial de la apariencia .....	47
5.2.2	Aceptabilidad sensorial del color.....	51
5.2.3	Aceptabilidad sensorial del olor.....	55
5.2.4	Aceptabilidad sensorial de la textura.....	59
5.2.5	Aceptabilidad sensorial del sabor.....	64
5.2.6	Concentración de fibra .....	68
5.3	Producto óptimo.....	72
5.3.1	Optimización de múltiples respuestas .....	72
5.3.2	Característica proximal de la barra funcional optimizada .....	76
5.3.3	Características físicas y balance de masa .....	78
5.3.4	Flujo definitivo .....	79
CONCLUSIONES .....		81
RECOMENDACIONES.....		83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		84
ANEXOS.....		93

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de variables para el estudio experimental de la barra funcional .....	9
Cuadro 2. Rango de estudio de las variables independientes .....	37
Cuadro 3. Tratamientos según el diseño experimental de mezclas simplex lattice .....	37
Cuadro 4. Resultados sensoriales y del contenido de fibra bajo el efecto de las concentraciones de granos andinos y semillas	46
Cuadro 5. Solución numérica del proceso de optimización para la barra funcional .....	74
Cuadro 6. Composición proximal de las barras óptimas y comerciales ...	77
Cuadro 7. Balance de masa de la barra funcional óptima .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de variables según la “espina de Ishikawa” para el estudio de la barra funcional.....	8
Figura 2. Espacio factorial restringido para mezclas con tres componentes. ....	14
Figura 3. Diferentes tipos de quinua .....	17
Figura 4. Trillado de quinua en Tacna .....	19
Figura 5. Arbusto de kiwicha.....	20
Figura 6. Semillas de linaza .....	22
Figura 7. Variedad de semillas de sésamo .....	24
Figura 8. Clasificación de la fibra.....	27
Figura 9. Barras funcionales a base de diferentes tipos de granos andinos .....	32
Figura 10. Diseño de la investigación de tipo experimental para la optimización de la barra funcional a base de granos andinos y semillas.....	38
Figura 11. Materias primas previas a la elaboración de las diferentes mezclas propuestas .....	45
Figura 12. Análisis de los efectos principales sobre el contenido de fibra de la barra funcional .....	69

Figura 13. Curvas de nivel ternario para el contenido de fibra en la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza a un nivel constante de 20% de ajonjolí .....	70
Figura 14. Curvas de nivel ternario para la concentración de fibra de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí a un nivel constante de 20% de kiwicha .....	71
Figura 15. Análisis de los efectos principales sobre la apariencia de la barra funcional .....	48
Figura 16. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial de la apariencia de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza a un nivel constante de 20% de ajonjolí .....	49
Figura 17. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial de la apariencia de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí a un nivel constante de 20% de quinua .....	50
Figura 18. Análisis de los efectos principales sobre el color de la barra funcional .....	52

Figura 19. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del color de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza a un nivel constante de 20% de quinua .....	53
Figura 20. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del color de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí a un nivel constante de 20% de quinua .....	54
Figura 21. Análisis de los efectos principales sobre el olor de la barra funcional .....	56
Figura 22. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del olor de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza a un nivel constante de 20% de ajonjolí .....	57
Figura 23. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del olor de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí.....	58
Figura 24. Análisis de los efectos principales sobre la textura de la barra funcional .....	60
Figura 25. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial de la textura de la barra funcional bajo influencia de las	

	concentraciones quinua, kiwicha y linaza al nivel fijo de ajonjolí del 20%.....	61
Figura 26.	Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial de la textura de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí al nivel fijo de quinua del 20%.....	62
Figura 27.	Análisis de los efectos principales sobre el sabor de la barra funcional .....	65
Figura 28.	Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del sabor de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza al nivel fijo de ajonjolí del 20%.....	66
Figura 29.	Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del sabor de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí al nivel fijo de quinua del 20% .....	67
Figura 30.	Curvas de nivel para la solución óptima de la barra funcional .....	74
Figura 31.	Superficie de respuesta para la solución óptima de la barra funcional .....	76

Figura 32. Barra funcional optimizada: elaborada con la mezcla de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí y producto final .....	78
Figura 33. Flujo definitivo en la elaboración de la barra funcional .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición proximal de la semilla de quinua .....	18
Tabla 2. Composición química de la kiwicha por 100 g en base húmeda .....	21
Tabla 3. Tabla de composición del ajonjolí .....	25

## RESUMEN

Se usó el diseño de mezclas simplex lattice para ajustar un modelo cuadrático a fin de investigar influencias de las concentraciones de semillas y granos andinos sobre el contenido de fibra y aceptabilidad sensorial de una barra funcional. Fueron evaluados 12 tratamientos; con análisis fisicoquímico para determinar el contenido de fibra y con análisis sensorial para determinar la aceptabilidad. Se utilizó la metodología de superficie de respuesta para establecer las influencias y optimizar el proceso. Se concluyó que la influencia de las concentraciones que maximizan el contenido de fibra total de la barra funcional fue significativa ( $p\text{-valor} \leq 0,05$ ) para los componentes principales y la interacción quinua-linaza, no siendo significativa para las otras interacciones de los componentes ( $p\text{-valor} > 0,05$ ). La influencia de las concentraciones de semillas y granos andinos sobre la aceptabilidad sensorial de la barra funcional resultó significativa para la aceptabilidad de la apariencia y el color. La composición óptima de la mezcla expresada en g/100 g es: quinua 20; kiwicha 22,698; linaza 20; ajonjolí 37,30. El contenido de fibra cruda en la muestra óptima fue de 4,86 g/100g y los óptimos de aceptabilidad son: apariencia 6,82; color 7,16; olor 7,17; textura 6,43; sabor 6,48 y un rendimiento del 105%.

Palabras clave: mezcla, fibra dietética, optimización, barra funcional.

## ABSTRACT

We used the design of mixtures simplex lattice to adjust a quadratic model to investigate influences of the concentrations of seeds and Andean grains on the fiber content and sensorial acceptability of a functional bar. Were evaluated 12 treatments; with physico-chemical analysis to determine the fiber content and with sensory analysis to determine the acceptability. It is used methodology of response surface to establish the influences of the variables under study and optimize the process. It was concluded that the influence of the concentrations that maximize the total fiber content of the functional bar was significant ( $p$ -value  $< 0,05$ ) for all the major components and the interaction quinoa-linseed, not being significant for the other interactions of components ( $p$ -value  $>0,05$ ). The influence of the concentrations of seeds and Andean grains on the sensorial acceptability of the functional bar was significant for the acceptability of the appearance and color. The optimum composition of the components of the functional bar expressed in g/100 g is: quinoa 20; kiwicha 22,698; flaxseed 20; sesame 37,30.

Keywords: mix, dietary fiber, optimization, functional bar.

## **INTRODUCCIÓN**

El consumo de productos naturales y funcionales son una buena alternativa para fomentar la salud, ya que dichos productos compensan desequilibrios y desajustes de la alimentación; un claro ejemplo de este tipo de productos son aquellos que contiene fibra, la cual es un derivado vegetal que aporta y ayuda a mejorar la digestión de los alimentos y a prevenir enfermedades crónicas referidas al sistema digestivo.

Las barras energéticas son alimentos funcionales; alimentos combinados, enriquecidos o fortificados; debido a los compuestos bioactivos del producto que contribuyen al beneficio de la salud por las personas que lo consumen (Vargas, 2013).

La base para este producto son los cereales; cada civilización, cada zona geográfica del planeta, consume un tipo de cereales específicos creando toda una cultura gastronómica en torno a ellos. Entre los europeos domina el trigo; el maíz entre los americanos, y el arroz es la comida esencial de los pueblos asiáticos; el sorgo y el mijo son propios de las comunidades africanas (Espinoza y Quispe, 2011).

## **CAPÍTULO I. EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

El consumo de las barras energéticas tiene su origen en el año 1983 por iniciativa del corredor Brian Maxwell que las utilizaba para un mayor rendimiento antes de las competencias deportivas. Posteriormente este producto empezó a ser conocido a nivel mundial. Se conoce que el mayor consumo de barras energéticas se da en los países europeos, seguidos por Estados Unidos.

El Ministerio de Salud (2011) indica que los factores más importantes implicados en la obesidad parecen ser los hábitos dietéticos y de actividad física, que están afectados por genes, que a su vez afectan al gasto energético, al metabolismo de sustratos energéticos y al consumo de alimentos. Sin embargo, las crecientes tasas de obesidad en algunos casos están asociados con el consumo de dietas de alta densidad energética o ricas en grasa y por el creciente sedentarismo de las sociedades. Los factores más reconocidos son: el consumo de energía con presencia elevada de carbohidratos refinados altos en grasa y bajos en fibra y el nivel de actividad física.

Existe consenso en recomendar el consumo alimentos ricos en fibra a fin de prevenir el estreñimiento. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda una ingestión diaria de 27 a 40 gramos de fibra dietética mientras que Food and Drugs Administration (FDA) propone a individuos adultos un consumo de 25 gramos de fibra por día cada 2000 kcal/día (Olagnero et al., 2007).

Asimismo, Picallo (2013) sostienen que en estos últimos años se ha observado que los consumidores tienden a otorgar mayor importancia a la calidad de los alimentos que consumen, interesándose no sólo por el valor nutritivo de los mismos sino por el grado de satisfacción y placer que les brindan. Por tanto, la elección de los alimentos se hace en función de su calidad. Se entiende por calidad de un alimento su “grado de excelencia” en conceptos como valor nutritivo, aspecto, textura, aroma y sabor.

Por lo tanto, en este contexto, la presente investigación propone elaborar barras funcionales a base de semillas de linaza y ajonjolí que mezclados con granos andinos como la quinua y la kiwicha, aportarán fibra, para el consumo de la población en general y con una aceptación sensorial óptima; es decir un alimento no sólo saludable sino también agradable.

## **1.2 Formulación y sistematización del problema**

### **Problema general**

¿Cuál será la influencia de las concentraciones de semillas y granos andinos sobre la aceptabilidad sensorial y el contenido de fibra de una barra funcional?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuál será la influencia de las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí sobre la aceptabilidad sensorial de la barra funcional?
- ¿Cuál será la influencia de las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí sobre el contenido de fibra total de la barra funcional?
- ¿Cuáles son las características físicas y su composición nutricional de la barra funcional de semillas y granos andinos optimizada?

## **1.3 Delimitación de la investigación**

- a) Delimitación temporal: La realización de la investigación abarcó el periodo de 17 meses en el año de su aprobación.
- b) Delimitación espacial: El presente trabajo hace uso de materias primas como ser quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí que se adquirieron en el mercado de abastos de Tacna.

c) Delimitación teórica: El estudio se centra en evaluar el efecto de la mezcla de quinua y kiwicha expandidas, linaza y ajonjolí sobre el contenido de fibra y la aceptabilidad sensorial. La mezcla de dichas materias primas y la medición de su contenido en fibra por análisis fisicoquímico probará su potencial característica funcional, la prueba hedónica demostrará su aceptabilidad sensorial. No es objeto de estudio el valor biológico de la barra funcional.

#### **1.4 Justificación**

Según Medina (2006) las barras nutricionales contribuyen a optimizar el rendimiento por su composición nutritiva, son muy prácticas, pesan poco, caben en cualquier bolsillo, son resistentes a altas temperaturas y al frío sin necesidad de un aislante térmico, se deshacen en la boca casi sin esfuerzo y se digieren fácilmente.

La importancia de este trabajo es aprovechar granos andinos y semillas en la elaboración de una barra no solo energética sino también funcional, gracias al aporte en fibra por parte de sus ingredientes; de esta manera diseñar un alimento saludable y que sea del agrado de los consumidores.

## **1.5 Limitaciones**

El sistema a desarrollar es sencillo y de fácil ejecución, por lo que se trató con muestras no muy grandes que permitirán una fácil recolección de los datos y un rápido análisis de estos. Por ello en el contexto de los objetivos propuestos no se han identificado limitaciones que impidan la ejecución del presente proyecto.

## **1.6 Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la influencia de las concentraciones de semillas y granos andinos sobre la aceptabilidad sensorial y el contenido de fibra de una barra funcional.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la influencia de las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí sobre la aceptabilidad sensorial de una barra funcional.
- Determinar la influencia de las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí sobre el contenido de fibra de una barra funcional.
- Determinar las características físicas y su composición nutricional de una barra funcional de semillas y granos andinos optimizada.

## **CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1 Hipótesis generales y específicas**

#### **Hipótesis general**

Las concentraciones de semillas y granos andinos influirán en la aceptabilidad sensorial y el contenido de fibra de una barra funcional.

#### **Hipótesis específicas**

- Las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí influirán en la aceptabilidad sensorial de una barra funcional.
- Las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí influirán en el contenido de fibra de una barra funcional.
- Es posible determinar las características físicas y composición nutricional de la barra funcional de semillas y granos andinos optimizada.

## 2.2 Diagrama de variables

En la figura 1 se muestra el diagrama de variables para el presente estudio en la cuales se observa la relación que existen entre ellas, agrupadas según la influencia que manifiesten.

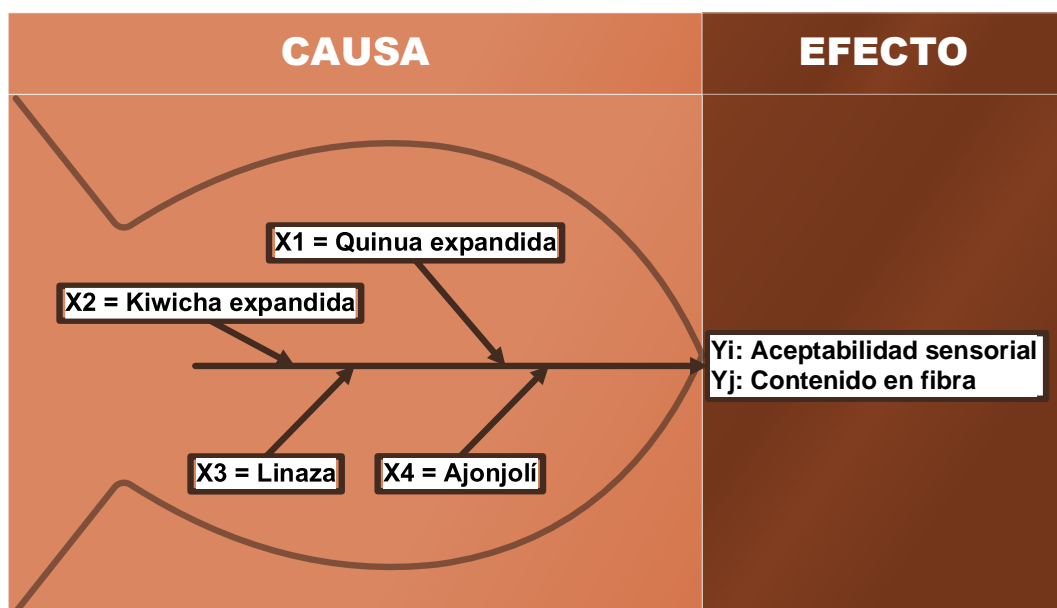


Figura 1. Diagrama de variables según la "espina de Ishikawa" para el estudio de la barra funcional  
Fuente: elaboración propia (2016)

## 2.3 Indicadores de las variables

a) Variables independientes:

- i. Quinua expandida
- ii. Kiwicha expandida
- iii. Linaza
- iv. Ajonjolí

b) Variables dependientes

- i. Aceptabilidad sensorial: apariencia, color, olor, textura y sabor
- ii. Contenido de fibra

## 2.4 Operacionalización de variables

El cuadro 1 muestra la operacionalización de las variables en estudio.

Cuadro 1. Operacionalización de variables en estudio

Relación	Variables <sup>1</sup>	Indicadores	Unidad	Tipo	Instrumento
Independientes	Quinoa expandida	X1: Concentración de quinua expandida	g/100 g	Numérica y continua	Balanza analítica
	Kiwicha expandida	X2: Concentración de kiwicha expandida	g/100 g		
	Linaza	X3: Concentración de linaza	g/100 g		
	Ajonjolí	X4: Concentración de linaza	g/100 g		
Dependientes	Aceptabilidad sensorial	Y1: Apariencia		Numérica y discreta	Escala hedónica estructurada
		Y2: Color			
		Y3: Olor			
		Y4: Textura			
		Y5: Sabor			
	Fibra total	Y6: Concentración de fibra	g/100 g	Numérica y continua	Equipo análisis instrumental

- <sup>1</sup>Las variables son objetivas si es que existe el instrumento que puede medir sus indicadores (Supo, 2012). Para el presente estudio. todas las variables son objetivas puesta que existen los instrumentos físicos necesarios para realizar las mediciones.
- <sup>2</sup> Espinoza (2003) Escala no estructurada 10 cm.

Fuente: Elaboración propia (2015).

## **CAPÍTULO III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **3.1 Conceptos generales y definiciones**

#### **3.1.1 Barras de cereales**

Los cereales precocidos diseñados para ser consumidos en el desayuno son considerados como alimentos funcionales. Este tipo de alimentos se encuentran en el mercado en numerosas variedades, hasta enriquecido y fortificado. Como alternativa de consumo de granos andinos "listos para comer" surgen las barras. Este tipo de cereales saludables entraron al mercado apoyado por las tendencias y hábitos de consumo de productos más sanos y más nutritivos. Para incentivar el consumo de esta variedad de cereales precocidos, surgen en 1999 las barras diseñadas para niños incorporándolas en la dieta; especialmente a las meriendas escolares (Iñarrute, 2001).

Una barra de cereales está compuesta típicamente de avena, trigo entero o combinaciones de varios cereales, miel, aceite (maíz, soya o palma), suero deslactosado y saborizantes. También se usan cereales expandidos con masas azucaradas que favorecen al ligamento de las partículas. En general las barras de cereales proporcionan entre 110 y 154 kilocalorías (Fernández y Fariño, 2011).

La nutrición deportiva ha evolucionado a través de los años, gracias a las investigaciones dirigidas a desarrollar dietas y productos que cumplan tres objetivos básicos: proporcionar energía, aportar material para el fortalecimiento y reparación de los tejidos, mantener y regular el metabolismo. Muchos productos se han desarrollado en el mundo, ofreciéndonos alimentos con alto contenido de conservantes y aditivos químicos, además de que no son nutricional y culturalmente apropiados para los deportistas. Estos antecedentes alertan sobre la necesidad de crear productos específicos para los requerimientos de deportistas como son las barras de cereales (Ramos, 2011).

### **3.1.2 El diseño de experimentos**

En el campo de la industria es frecuente hacer experimentos o pruebas con la intención de resolver un problema o comprobar una idea (conjetura, hipótesis); por ejemplo, hacer algunos cambios en los materiales, métodos o condiciones de operación de un proceso, probar varias temperaturas en una máquina hasta encontrar la que da el mejor resultado o crear un nuevo material con la intención de lograr mejoras o eliminar algún problema (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

Sin embargo, es común que estas pruebas o experimentos se hagan sobre la marcha, con base en el ensayo y error, apelando a la experiencia y a la intuición, en lugar de seguir un plan experimental adecuado que garantice una buena respuesta a las interrogantes planteadas. Algo similar ocurre con el análisis de los datos experimentales, donde más que hacer un análisis riguroso de toda la información obtenida y tomar en cuenta la variación, se realiza un análisis informal, "intuitivo". Es tal el poder de la experimentación que, en ocasiones, se logran mejoras a pesar de que el experimento se hizo con base en el ensayo y error. Sin embargo, en situaciones de cierta complejidad no es suficiente aplicar este tipo de experimentación, por lo que es mejor proceder siempre en una forma eficaz que garantice la obtención de las respuestas a las interrogantes planteadas en un lapso corto de tiempo y utilizando pocos recursos. El diseño estadístico de experimentos es precisamente la forma más eficaz de hacer pruebas. El diseño de experimentos consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas, y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejoras (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

### **3.1.3 El diseño de mezclas**

En muchos productos alimenticios, tales como salsas, néctares o yogures, es muy importante encontrar la mejor mezcla de los ingredientes utilizados en su elaboración. El diseño experimental de mezclas permite aplicar el criterio que la suma de las proporciones de los componentes es el 100% y que por supuesto la modificación de un porcentaje afecta los otros (Cornell, 2002).

La característica distintiva de un diseño de mezcla es que los factores controlables o independientes representan cantidades proporcionales de la mezcla, en vez de cantidades no circunscritas a ella; donde las proporciones son por volumen, por peso, o por fracción molar. Las proporciones son no negativas y, están expresadas como fracciones de la mezcla, ellas deben sumar la unidad, especialmente si éstos son los únicos ingredientes a ser estudiados en las diferentes mezclas. Si la suma de las proporciones de los componentes es menor que la unidad, por ejemplo, si la suma es igual a 0,80 porque el 0,20 de la mezcla se mantiene constante, y se desea trabajar solo con las proporciones variables que suman 0,80 entonces dichas proporciones deben ser escritas como fracciones escaladas, de tal forma que éstas sumen la unidad (Cornell, 2002).

Según Montgomery (1991) en experimentos de mezclas, los factores son los componentes o ingredientes de una mezcla (Figura 2), y en consecuencia, sus niveles no son independientes.

Por ejemplo, si  $X_1, X_2, \dots, X_p$  denota las proporciones de  $p$  componentes de una mezcla, entonces:

$$0 < X_i < 1 \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$X_1 + X_2 + \dots + X_p = 1 \quad (\text{Es decir, } 100\%)$$

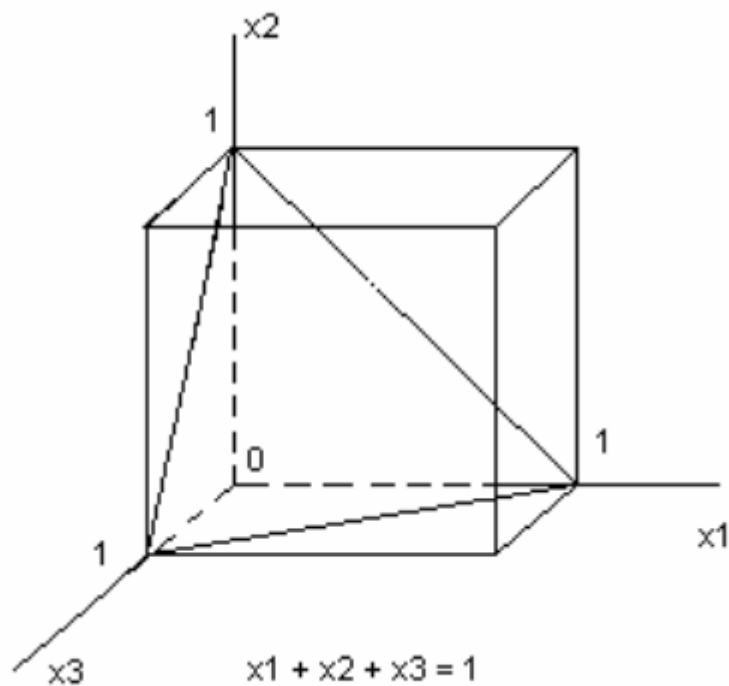


Figura 2. Espacio factorial restringido para mezclas con tres componentes.

Fuente: Montgomery (2004)

#### **3.1.4 Análisis de regresión**

Según Gutiérrez y De la Vara (2008) el análisis de regresión tiene como objetivo modelar en forma matemática el comportamiento de una variable de respuesta en función de una o más variables independientes (factores). Por ejemplo, suponga que el rendimiento de un proceso químico está relacionado con la temperatura de operación. Si mediante un modelo matemático es posible describir tal relación, entonces este modelo puede ser usado para propósitos de predicción, optimización o control. Para estimar los parámetros de un modelo de regresión son necesarios los datos, los cuales pueden obtenerse de experimentos planeados, de observaciones de fenómenos no controlados o de registros históricos.

#### **3.1.5 La metodología de superficies de respuesta (MSR)**

Es una combinación del diseño experimental y del análisis de regresión que fue introducida por Box y Wilson en 1951. Es una estrategia de experimentación secuencial y modelación que conduce a la localización de los valores óptimos de las variables independientes que maximizan, minimizan o cumplen ciertas restricciones en la variable respuesta (Jiménez, 2015).

## **3.2 Enfoques teóricos- técnicos**

### **3.2.1 Miel de abeja**

La miel es un producto natural complejo producido por abejas a partir del néctar de flores, convirtiéndolo en miel de néctar. La composición de la miel depende del tipo de plantas visitadas por las abejas y por condiciones ambientales. La fuerte capacidad endulzante de la miel es debida a la presencia de los monosacáridos fructosa y glucosa como principales componentes (60-85%) y contiene además compuestos fenólicos, minerales, proteínas, aminoácidos libres, enzimas y vitaminas como compuestos minoritarios. Los aminoácidos presentes en la miel se atribuyen a las abejas y a las plantas. Los de las abejas son comunes en la mayoría de mieles, mientras que los segundos dependen del origen botánico y geográfico de la miel. La cantidad de aminoácidos libres en la miel varía entre 10 y 200 mg/100 g, con la prolina como su principal componente, correspondiendo a alrededor del 50% del total de los aminoácidos libres. Por otro lado, evidencia científica reciente muestra efectividad de algunas mieles como antioxidante y como agente antibacterial, y aunque estas actividades han sido relacionadas con ciertos parámetros fisicoquímicos o compuestos, estos últimos no han sido identificados precisamente (Pérez et al., 2007).

### 3.2.2 Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) se cultiva en todos los andes, principalmente del Perú y Bolivia, desde hace más de 7000 años por culturas pre incas e incas. Históricamente la quinoa se ha cultivado desde el norte de Colombia hasta el sur de Chile desde el nivel del mar hasta los 4000 m; pero su mejor producción se consigue en el rango de 2500 m - 3800 m (Figura 3) con una precipitación pluvial anual entre 250 mm y 500 mm y una temperatura media de 5 °C -14 °C (Mujica y Jacobsen, 1999).



Figura 3. Diferentes tipos de quinoa

Fuente: [http://history-peru.blogspot.pe/2014\\_06\\_01\\_archive.html](http://history-peru.blogspot.pe/2014_06_01_archive.html)

La quinoa ha adquirido importancia internacional por ser uno de los pocos alimentos de origen vegetal que es rico en proteínas y posee todos

los aminoácidos esenciales para el ser humano (ver Tabla 1). También contiene ácidos grasos esenciales como los ácidos grasos insaturados, destacando su alto contenido de ácido linoleico (50,2-56,1%) y oleico (22,0-24,5%), y moderado de linolénico (5,4-7%) (Rúales y Nair, 1992). Asimismo, la quinua posee un alto contenido de vitaminas del complejo B, C y E, además de minerales tales como: hierro, fósforo, potasio y calcio. Este último se encuentra en la misma concentración que en la leche descremada, mientras que el fósforo es cuatro veces más concentrado que el de ésta (Albarrán, 1993).

Tabla 1. Composición proximal de la semilla de quinua

Contenido	g/100 g de semilla
Calorías	331,0
Humedad	9,8
Proteína	13,0*
Lípidos	7,4
Carbohidratos	64,1**
Fibra cruda	2,7
Cenizas	3,0

• Nx5,7

\*\* Por diferencia

Fuente: Schmidt-Hebbel y col., (1992)

El año 2013 en la región tacneña solo se sembró 120 hectáreas de quinua (Figura 4). Hoy, según estadísticas de la Dirección Regional de Agricultura, los cultivos del grano andino llegan a mil hectáreas. El incremento es de más de 800% en comparación al 2013. El director de

Competitividad Agraria del sector, Guillermo Ávalos, explicó que la tendencia se debe a dos motivos: el alto costo de la quinua en el mercado nacional (de 15 a 20 soles el kilo) y la promoción del Gobierno para el consumo de este producto en la población. El 95% de cultivos se encuentran en la zona costera, en los centros poblados de Los Palos y La Yarada, cerca de la frontera con Chile. El resto de plantaciones se hallan en las provincias andinas de Candarave y Tarata. Ávalos advierte que, aunque las cifras mencionadas son positivas, existe el riesgo que el costo de este cereal se deprecie por su excesiva oferta. Por ello ve con preocupación que las hectáreas de este cultivo sigan incrementándose. "Ha ocurrido con el ají, el orégano y la cebolla; en que existió un boom por la siembra de estos productos, pero luego vino el declive.



Figura 4. Trillado de quinua en Tacna

Fuente: <http://larepublica.pe/04-08-2014/cultivos-de-quinua-en-tacna-se-incrementan-en-800>

### 3.2.3 Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)

Higinio (2011) afirma que la kiwicha o amarato (*Amaranthus caudatus*) junto con la quinua y otros cultivos andinos, tiene alto contenido proteínico, fue una de las plantas alimenticias (Figura 5) que consumieron los cazadores y recolectores de Norte América y los Andes antes de la domesticación de la planta en Mesoamérica. La composición química promedio de la kiwicha indica un contenido de 62-64% de almidón, 12-15% de proteínas de 2-3% de azúcares totales, 7 - 8% de grasas y 2-2,3% de ceniza. El valor nutritivo de la kiwicha es indiscutible, diversos estudios realizados han comprobado su alta calidad proteica en relación a otros granos andinos, así como su riqueza en grasas y otros componentes.



Figura 5. Arbusto de kiwicha

Fuente: [http://history-peru.blogspot.pe/2014\\_06\\_01\\_archive.html](http://history-peru.blogspot.pe/2014_06_01_archive.html)

El amaranto con pequeños porcentajes (no más de 20%) de proteínas puede servir como complemento importante de algunos granos andinos, compensando su deficiencia en leucina que se encuentra en exceso en estos granos andinos.

En la Tabla 2 se aprecia la composición química del *Amaranthus* reportado por diferentes autores.

Tabla 2. Composición química de la kiwicha por 100 g en base húmeda

Componentes	<i>Amaranthus caudatus</i>	
	1	2
Energía (Kcal)		361,6
Análisis Prox. (q)		
Humedad	12,3	12,4
Proteína	12,9	12,50
Grasa	7,2	7,15
Carbohidratos	65,1	63,49
Fibra	6,7	1,90
Ceniza	2,5	2,32
Minerales (mq)		
Calcio	179	95,32
Fósforo	454	1624,8
Hierro	5,3	8,8
Potasio	-	494
Vitaminas (mq)		
Tiamina	0,20	0,012
Riboflavina	0,57	0,31
Niacina	0,95	6,43
Ac. Ascórbico	3,2	-
Piridoxina	-	0,72

Fuente: Collazos (1993), Yaya y Caldas (1990).

### 3.2.4 Linaza

La semilla de linaza (*Linum usitatissimum*) tiene una larga historia de consumo en Europa y Asia. En Brasil, está siendo adicionada a panes, granos andinos para el desayuno, barras energéticas y otros productos de panificación. Presenta algunas variedades de semillas que van del marrón oscuro al amarillo (Figura 6); en Brasil, la forma más común es la marrón, siendo más accesible que la dorada encontrada en Europa (FAO, 1995).



Figura 6. Semillas de linaza

Fuente: <http://alimentos-ricos.net/propiedades-de-la-linaza/>

En las últimas décadas ha surgido un gran interés de la industria de los alimentos con componentes fisiológicamente activos, como la semilla de linaza, para promover beneficios a la salud, siendo llamados alimentos funcionales. Posee un alto contenido en ácido graso poliinsaturado alfa-linoléico (Omega-3) en su composición (50 - 55%) y las fibras representan

cerca de 40% de su peso total, siendo el 10% soluble y el 30% insoluble, además de las proteínas, ligninas, vitaminas y minerales (Calder, 1998).

Tales sustancias se relacionan al potencial efecto beneficioso, como reducción en el riesgo del desarrollo de las enfermedades cardiovasculares, cáncer, actividad anti-inflamatoria, efecto laxante y antioxidante, además de la prevención de síntomas de la menopausia (Caragay, 1992).

### **3.2.5 Ajonjolí o sésamo**

Originario y ampliamente cultivado en los países de oriente medio, la India y África. Desde donde llegó a América transportada por los esclavos, quienes utilizaban sus semillas para espesar y dar sabor a gran variedad de platos. El ajonjolí (*Sesamum indicum*) es una planta anual, cuyo ciclo puede variar entre 80 y 130 días. Es una especie rústica y de rápido crecimiento. Posee sistema radicular bien desarrollado, muy ramificado y fibroso, formado por una raíz principal pivotante, generalmente superficial. La planta contiene entre 50% y 60% de aceites los cuales son de alta estabilidad, dada la presencia de antioxidantes naturales como la sesamolina, sesamina y sesamol. La composición de sus aceites varía según las variedades (Ochoa, 2012).

Valoración nutricional: Más de la mitad del peso de la semilla es aceite, y el resto: proteínas (18%), fibra (8%), minerales (2%), etc. Las grasas que contiene son insaturadas, con predominio de las poliinsaturadas. Éstas, junto a la también presente lecitina, hacen del sésamo un alimento que contribuye a reducir los niveles de colesterol sanguíneo. Por otro lado, las semillas de sésamo (Figura 7) poseen buenas cantidades de fibra tal como se verifica en la Tabla 3, por lo que su consumo resulta beneficioso para la regulación de la función intestinal (MAGRAMA, 2013).



Figura 7. Variedad de semillas de sésamo

Fuente: <http://blogs.mis-recetas.org/bitacora-gastronomica/author/bitacora-gastronomica/>

Tabla 3. Tabla de composición del ajonjolí

	Por 100 g de porción comestible	Por cucharada (10 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
<b>Energía (Kcal)</b>	614	61	3.000	2.300
<b>Proteínas (g)</b>	18,2	1,8	54	41
<b>Lípidos totales (g)</b>	58	5,8	100-117	77-89
AG saturados (g)	8,3	0,83	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	21,7	2,17	67	51
AG poliinsaturados (g)	25,5	2,55	17	13
$\omega$ -3 (g)*	—	—	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico ( $\omega$ -6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	0,9	0,1	375-413	288-316
<b>Fibra (g)</b>	7,9	0,8	>35	>25
<b>Agua (g)</b>	15	1,5	2.500	2.000

(Recomendaciones: Ingestas Recomendadas/día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada. Recomendaciones: Objetivos nutricionales/día. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011. Recomendaciones: Ingestas Dietéticas de Referencia (EFSA, 2010). 0: Virtualmente ausente en el alimento. —: Dato no disponible. \*Datos incompletos. Fuente: Moreiras y col., 2013

### 3.2.6 Fibra cruda

El término fibra cruda (FC), se usó ampliamente hasta hace poco tiempo, especialmente en nutrición animal y en el análisis de alimentos para humanos. Se entiende por FC a todas aquellas sustancias orgánicas no nitrogenadas, que no se disuelven tras hidrólisis sucesivas; una en medio ácido y otro en medio alcalino. El principal componente de la FC es la celulosa (90%), hemicelulosas y lignina. Estos componentes, conforman en su mayoría la fracción insoluble de la fibra (García et al., 2008).

El concepto de FC fue dejado a un lado en el campo de la nutrición; básicamente, porque, la metodología aplicada para su cuantificación obtenía valores que subestimaban el valor real del contenido de la fibra en los alimentos, este se sustituyó progresivamente por el de fibra alimentaria (García et al., 2008).

### **3.2.7 Fibra dietética**

El término "fibra dietética" fue primeramente utilizado por Hipsley en el año 1953 y, en 1969 el Dr. Denis P. Burkitt, que fue pionero en relacionar el cáncer de intestino grueso y otras enfermedades a una dieta carente en fibra dietética. A partir de un estudio epidemiológico demostró que estas "enfermedades de la civilización" eran casi desconocidas en países africanos (Kenya, Uganda, Sudáfrica), donde la ingestión de fibra dietaria era más elevada (Olagnero et al., 2007).

Asimismo Vera (2013) indica que es importante tener presente que el término fibra dietética FD y fibra cruda FC son muy diferentes. La fibra cruda representa sólo a los materiales resistentes a la acción de ácidos y álcalis diluidos e hirvientes en condiciones estandarizadas, y esta fracción subestima en forma importante el contenido verdadero de fibra dietética.

Aunque se considera que deben desaparecer de la nomenclatura sobre fibra términos como soluble/insoluble, fermentable/no fermentable (Figura 8) y viscosa/no viscosa, estas propiedades son la base de sus beneficios fisiológicos por lo que desde un punto de vista práctico sería una clasificación apropiada, derivándose conceptos ampliamente aceptados como: fibra fermentable, soluble y viscosa y fibras escasamente fermentables, insolubles y no viscosas.

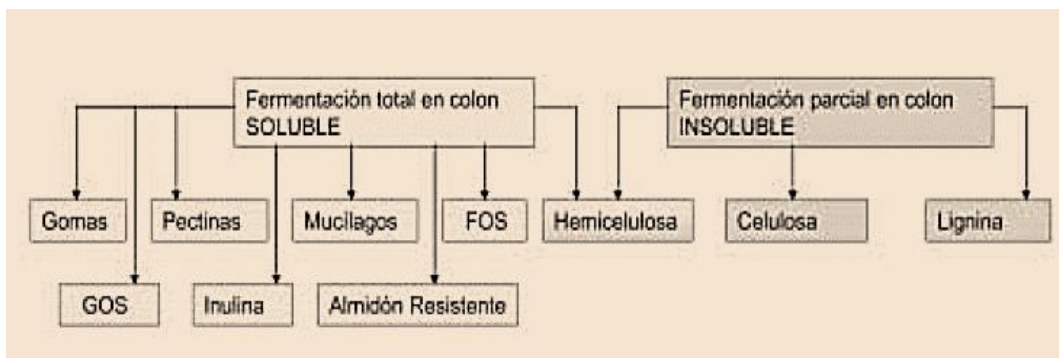


Figura 8. Clasificación de la fibra

Fuente: Escudero y Gonzáles (2006)

Molina y Martín (2007), afirman que el término fibra tiene diferentes acepciones según diferentes autores. De todas las definiciones que se han dado de fibra alimentaria (FA) destacan en la actualidad dos: “Polisacáridos no almidón” o “Todos los polisacáridos y lignina de la dieta que no son digeridos por las secreciones endógenas en el tracto digestivo humano”. Tradicionalmente, el contenido de fibra de los alimentos se ha descrito en términos de «fibra cruda», que se determina tras someter la materia a una

digestión por ácidos y álcalis. Debido a que la acción real de las enzimas digestivas es menos rigurosa, hay una gran cantidad de fibra restante después de la digestión en el tubo digestivo del ser humano, que es considerablemente superior a la estimada por el proceso de la fibra cruda. Los valores que se obtienen para la fibra dietética (FD), que según la definición sería “los restos de la parte comestible de las plantas y los análogos de hidratos de carbono que resisten la digestión y absorción en el intestino delgado con una completa o parcial fermentación en el intestino grueso humano (esto incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas), son, por lo general, 2 a 5 veces más elevados que los obtenidos para la fibra cruda. Sin embargo, no puede obtenerse un factor de corrección debido a que la relación entre los dos tipos de fibra varía dependiendo de la composición de los alimentos. Los componentes de la fibra alimentaria se pueden clasificar en 3 grupos: componentes de la pared celular de los vegetales, polisacáridos utilizados como aditivos alimentarios y compuestos asociados a la fibra. La fibra dietética es un ingrediente muy usado para el desarrollo de alimentos funcionales (Vera, 2013).

La tabla 4 muestra el contenido de FD Total, Soluble e Insoluble, en algunos alimentos de consumo habitual.

Tabla 4. Fibra dietética en algunos alimentos

Alimentos	Fibra Dietética FD (g/100 g de alimento)		
	FD insoluble	FD soluble	FD total
Pan corriente	2,40	1,30	3,70
Pan especial	2,20	1,60	3,80
Pan integral	5,30	1,60	6,90
Avena Quaker	8,50	2,20	7,50
Salvado de avena	8,50	5,00	13,50
Salvado de trigo	42,20	2,30	44,50
Frijol (5 variedades)	11,20	4,20	15,20
Garbanzo	12,00	1,80	13,70
Lentejas	13,90	1,60	15,50
Verduras (n=23 diferentes)	1,9 (0,5 a 5,9)	0,9 (0,2 a 2,6)	2,8 (1,0 a 7ti)
Frutas (n=2i diferentes)	1,6 (0,2 a 3,4)	0,7 (0,1 a 2,3)	2,4 (0,3 a 5,6)
Algas (Cochayuyo, Ulte, Luche rojo y Luche verde)	4,0 (3,6 a 4,3)	3,1 (2,6 a4,6)	7,1 (6,4 8,8)

Fuente: Vera (2013)

La FAO (1995) afirma que los valores de fibra cruda no tienen relación con el verdadero valor de FD de los alimentos humanos. Los valores de FD generalmente son 3 a 5 veces mayores que los valores de fibra cruda, pero no puede hacerse un factor de corrección porque la relación entre fibra cruda y FD varía dependiendo de los componentes químicos. La fibra cruda tiene poca significancia fisiológica en la nutrición humana y no debiera usarse para informar del contenido de fibra de los alimentos.

### **3.2.8 Análisis sensorial de alimentos**

Catar, degustar un alimento es un acto que en ocasiones pareciera solamente un proceso mecánico y con poca conciencia, como si sólo se tratara de satisfacer una necesidad fisiológica; es un hecho en el cual no sólo los órganos sensoriales interactúan sino en el que también se juzga juicios: sabe rico, huele mal, está muy salado, etc. El sabor dulce de la miel, el color rubí intenso y sólido de un tinto joven, la textura viscosa del aceite, el olor de un queso curado y envejecido, o el de un embutido; son algunas características de los alimentos que se pueden percibir y mejorar mediante una prueba de análisis sensorial (Anzaldua, 1994).

Las sensaciones que motivan al rechazo o a la aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben: depende tanto de la persona como del entorno en el que se encuentra. De ahí viene la dificultad, ya que con determinaciones tan subjetivas, de que se puedan obtener datos objetivos y fiables para evaluar la aceptación o rechazo de un producto alimentario (Ochoa, 2012).

### **3.2.9 Alimentos funcionales**

El término alimentos funcionales surgió en Japón por primera vez en la década de los años '80, cuando se iniciaron una serie de investigaciones, enmarcadas en un gran proyecto de gobierno, cuyo propósito fue conocer otras funciones de los alimentos, además de la principal función nutritiva. Este proyecto definió por primera vez el concepto de alimento funcional. En general se define que los alimentos deben tener tres funciones: la primera es "nutricional", esencial para la supervivencia del individuo. La segunda es una función "sensorial", esto es que su consumo produzca una sensación placentera a partir de su sabor, olor, textura, entre otras. La tercera es una función "fisiológica" con lo cual el alimento debe producir un efecto favorable en la nutrición, el biorritmo, el sistema nervioso, en la capacidad de defensa corporal, entre otras, de quien lo consume. En el concepto japonés, los alimentos funcionales deberían enmarcarse precisamente en esta última función (Yamada et al., 2008).

En la actualidad, el concepto de nutrición ha evolucionado notablemente gracias a la investigación constante y al crecimiento de la información disponible. La prevención de enfermedades crónicas no transmisibles se ha convertido en el foco de interés tanto desde la Salud Pública como desde la investigación y la tecnología. En este marco nacen

los alimentos funcionales, diseñados especialmente (Figura 9) con componentes que pueden afectar funciones del organismo de manera específica y positiva, promoviendo un efecto fisiológico o psicológico más allá de su valor nutritivo tradicional. Dicho efecto puede ser, contribuir a la mantención de la salud y bienestar, a la disminución del riesgo de enfermar, o ambas cosas (Olagnero et al., 2007).



Figura 9. Barras funcionales a base de diferentes tipos de granos andinos  
Fuente: <https://www.sabrosia.com/2012/11/aprende-a-elaborar-barras-funcionales-con-bajo-indice-glicemico/>

### **3.2.10 Parámetros nutricionales**

Los valores energéticos de los nutrientes se expresan en kilocalorías (kcal) por ser los valores que se utilizan más frecuentemente en la práctica diaria. Sin embargo, si se desean obtener datos en unidades del Sistema Internacional (kilojulios, kJ) se convierte usando: 1 kcal = 4,184 kJ (Vázquez et al., 2005).

Estos valores energéticos han sido obtenidos a partir de las cantidades de proteínas, grasas, carbohidratos y alcohol, usándose en general, los valores de ATWATER (proteínas, 4 kcal/g; grasas, 9 kcal/g y carbohidratos, 4 kcal/g). Al alcohol se le adjudica un valor energético de 7 kcal/g. Los datos de las tablas de McCance y Widdowson y las de Várela han utilizado los factores de conversión de Southgate y Durnin, cuyos valores son los siguientes: carbohidratos 3,75 kcal/g; proteínas, 4 kcal/g; grasas 9 kcal/g (Vázquez et al., 2005).

Para la obtención de energía de las tablas americanas los valores oscilan entre 0,91-4,36 kcal/g para las proteínas; 8,37-9,02 kcal/g para los lípidos y 1,33-4,12 kcal/g para los carbohidratos, dependiendo del tipo de alimentos. Debido a los diferentes factores de conversión para valorar la energía proveniente de proteínas, carbohidratos y lípidos de las tablas (USDA, Randoin, Renaud, etc.), al realizar los cálculos definitivos mediante los factores de conversión de Atwater las cifras totales de energía pueden parecer inconsistentes (NOVARTIS, 2004).

### **3.3 Marco referencial**

Calisto (2009) desarrolló un producto alimenticio en barra; a base de quinua, porotos y miel de abeja; con buenas características reológicas y sin presentar factores anti nutricionales o indeseables que puedan presentar en forma natural las materias primas. El tratamiento de la quinua se basó en remojo, con posterior lavado y enjuague final. Luego se sometió la quinua a tratamiento térmico en agua a ebullición durante 6 minutos y se secó en estufa hasta una humedad de 15%. Finalmente se realizó una molienda gruesa en el procesador de alimentos. Por otro lado, el tratamiento de los porotos se basó en remojarlos y lavarlos antes de ser germinados durante 4 días en oscuridad. A continuación fueron enjuagados y autoclavados durante 20 minutos a 121°C. Después de una molienda gruesa se secaron los porotos hasta una humedad de 6%, finalmente se molieron y usaron en la formulación del producto. La definición de la formulación se realizó en base a su textura (fuerza máxima en celda de Kramer), mediante comparación con un patrón adquirido en el mercado. Las variables definidas en el producto fueron: la relación de glucosa/miel de abeja (0,8/0,2) y la proporción de mezcla seca/ mezcla ligante (1,66/1,0).

Salto y Bayas (2010), desarrollaron una barra energética con base en el salvado de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K). Aplicando un diseño experimental de mezclas. Se emplearon diversas proporciones de material fibroso de la cascara de palmito, que primero fuera ablandado mediante un proceso fermentativo del hongo *Pleurotus ostreatus*, llevado a cabo durante 20 días, a 25°C y 80% de humedad relativa. Se ensayaron diez mezclas experimentales en las que se incluyó entre 4 - 6% del residuo fibroso, de dos granulometrías, 180  $\mu\text{m}$  y 250  $\mu\text{m}$ ; siendo que en las mezclas se incorporaron adicionalmente los siguientes tres componentes: avena-maní, nueces-coco rallado y aditivos (margarina, lecitina de soya, panela y miel de maíz). En las barras energéticas procesadas se evaluaron el color, olor, sabor y textura, mediante catas en las que se aplicaron escalas hedónicas de cinco puntos. A través del análisis de superficie de respuesta, realizado con los resultados de la evaluación sensorial, se determinaron las mezclas óptimas, las mismas que luego fueron objeto de un estudio de vida útil. Las barras elaboradas con las mejores mezclas presentaron la siguiente composición química: proteína 8,21%; humedad 3,47%; lípidos totales 24,2%; cenizas 1,05%; fibra dietética total 9,36%; carbohidratos 53,71% y valor calórico de 465,48 (kcal/100g). Además, el tiempo de vida útil estimado ha resultado ser de 30 días a 37°C.

## **CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación es experimental; ya que permitió analizar el efecto producido por la manipulación de las concentraciones de semillas y granos andinos sobre la aceptabilidad sensorial y el contenido de fibra total de las barras; es decir es un estudio de causa y efecto.

### **4.2 Población y muestra**

Según Devore (2008) la característica que diferencia los tratamientos o poblaciones una de otra se llama factor en estudio y los distintos tratamientos o poblaciones se conocen como niveles del factor.

La población en estudio, es la cantidad infinita de posibles mezclas de los ingredientes en los rangos establecidos. El número de muestras fue determinado por el diseño estadístico establecido según el rango de estudio para las 4 variables tal como se observa en el cuadro 2. Por ello, se escogió el diseño de mezclas simplex lattice de 12 tratamientos, tal como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 2. Rango de estudio de las variables independientes

Variables	Niveles		Unidades
	min	max	
X1: Quinoa expandida	20	40	%
X2: Kiwicha expandida	20	40	%
X3: Linaza	20	40	%
X4: Ajonjolí	20	40	%

Fuente: elaboración propia (2014)

Cuadro 3. Tratamientos según el diseño experimental de mezclas simplex lattice

Tratamientos	X1: Quinoa expandida	X2: Kiwicha expandida	X3: Linaza	X3: Ajonjolí
1	40	20	20	20
2	30	30	20	20
3	30	20	30	20
4	30	20	20	30
5	20	40	20	20
6	20	30	30	20
7	20	30	20	30
8	20	20	40	20
9	20	20	30	30
10	20	20	20	40
11 ®	40	20	20	20
12 ®	30	30	20	20

Fuente: elaboración propia (2014)

### 4.3 Materiales y Métodos

#### 4.3.1 Diseño procedimental

Para el estudio de la barra funcional se siguió el siguiente diseño de investigación de tipo experimental que se muestra en la Figura 10.

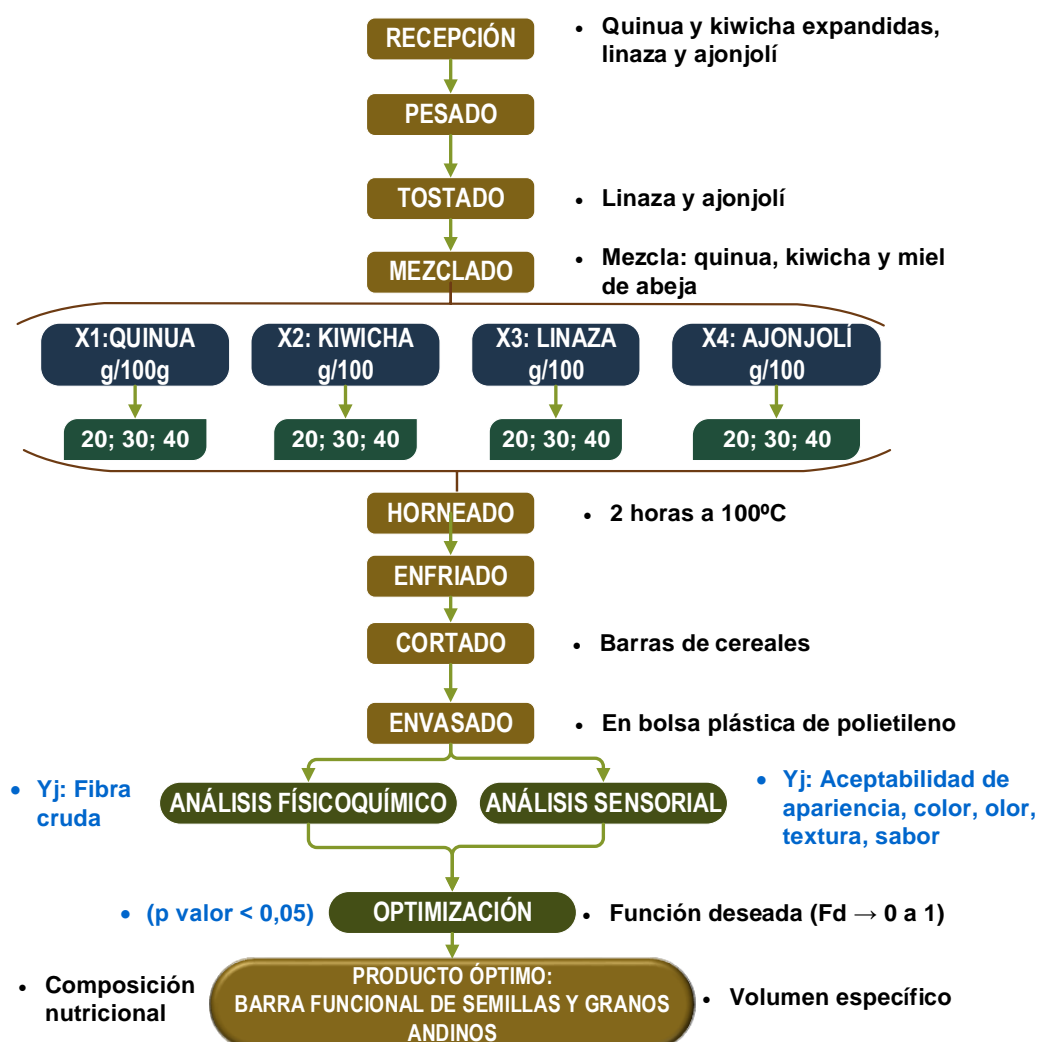


Figura 10. Diseño de la investigación de tipo experimental para la optimización de la barra funcional a base de granos andinos y semillas  
Fuente: elaboración propia (2014)

- a) Recepción: las semillas y granos andinos se obtuvieron en empaque de 250 y 500 en tiendas especializadas del mercado Grau.
- b) Pesado: según las dosis establecidas en el diseño experimental propuesto.
- c) Tostado: sólo se tuestan las semillas (linaza y ajonjolí) pues estas se reciben crudas.
- d) Mezclado: se mezclaron las semillas tostadas y los granos andinos utilizando miel de abeja y glicerina como aglomerantes.
- e) Horneado: la mezcla aglomerada y formada se hornea a fin de dar el acabado final y favorecer sus cualidades sensoriales.
- f) Enfriado: la mezcla aglomerada y horneada se enfría a fin de facilitar su corte.
- g) Cortado: la mezcla aglomerada y horneada se corta en trozos de 20 g por unidad que serán finalmente las barras de cereales y semillas.
- h) Envasado: a fin de dar una adecuada presentación y permitir su conservación, se envasan barras en envases de polietileno, hasta la realización de los respectivos análisis.

### **4.3.2 Materiales y equipos**

#### **a) Materias primas e insumos**

- Semillas: linaza y ajonjolí adquiridas en el centro de abastos mayorista “Mercado Grau” de la localidad de Tacna.
- Granos andinos: quinua y kiwicha expandidos, adquiridos en el centro de abastos mayorista “Mercado Grau” de la localidad de Tacna.
- Miel de abeja: Endulzante natural adquiridos en el centro de abastos mayorista “Mercado Grau” de la localidad de Tacna

#### **b) Materiales de vidrio, metal, porcelana y plástico**

- Bagueta de vidrio
- Balones de soxhlet de 250 ml
- Bombilla de plástico
- Botellas de vidrio 1l
- Buretas de 10, 25 y 50 ml
- Cápsula de porcelana
- Coladores
- Crisol de porcelana
- Cucharas, cuchillos
- Desecador de vidrio
- Embudo de plástico
- Embudos de vidrio

- Espátulas
- Fiola de 250; 500; 1000 ml
- Jarras de plástico de 500 y 1000 ml
- Lunas de reloj
- Matraces Erlenmeyer de 100; 250 y 500 ml
- Matraz de kitasato de 250 y 500ml
- Mesa de trabajo
- Mortero de porcelana
- Ollas de acero inoxidable
- Papel filtro Whatman
- Pera de decantación de 500 ml
- Piceta de 250 ml
- Pinzas
- Pipetas volumétricas de 0,1; 0,5; 1; 5; 10 y 25 ml
- Placas petri
- Probetas volumétricas de 50; 100 y 250 ml
- Rejillas metálicas
- Soporte universal
- Tablas de picar
- Tapones de jebe
- Termómetro (0 a 100°C)

- Tubos de ensayo
- Varillas de vidrio con protección de goma
- Vasos de precipitado de 50, 100, 250, 400 ml

**c) Equipos**

- Balanza analítica METLER AJ 150 ± 0,1 mg de sensibilidad
- Balanza digital SARTORIUS. Capacidad 250 g + 0,1 mg
- Cocina industrial SURGE
- Cocinilla eléctrica THERMOLYNE TYPE 2200 - USA
- Estufa marca MEMMERT, rango de temperatura +30 a +220°C
- Mufla marca THERMOLYNE

**d) Reactivos**

- Ácido bórico al 4%
- Ácido clorhídrico (1:3)
- Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) al 1,25% densidad 1,820 - 1,830
- Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) concentrado
- Agua destilada
- Agua potable
- Alcohol amílico  $C_5H_{11}OH$
- Catalizador sulfato de cobre - sulfato de potasio
- Hidróxido de sodio  $NaOH$  al 50%; 0,1 N; 0,05 N

- Indicador anaranjado de metilo
- Indicador rojo de Metilo al 0,2%
- Indicador verde bromocresol

#### **4.3.3 Procedimientos de investigación**

Se realizaron los siguientes análisis:

- a) Análisis de fibra de los tratamientos
  - Determinación de fibra total. AOAC 985.29, 993.21
- b) Análisis sensorial de los tratamientos
  - Aceptabilidad sensorial: apariencia, color, olor, textura y sabor según escala hedónica estructura.
- c) Análisis proximal del producto final optimizado.
  - Ceniza: (Método Mufla) FAO Food and Nutrition Paper
  - Humedad: (Método por pérdida de peso), FAO Food and Nutrition Paper.
  - Proteína: (Método Kjeldahl), FAO Food and Nutrition Paper
  - Carbohidratos (Por diferencia restando de 100 el contenido de humedad, proteína, grasas y cenizas).
  - Determinación de fibra cruda. FAO Food and Nutrition Paper.

- Determinación de grasa (soxhlet). FAO Food and Nutrition Paper.
- d) Análisis físico del producto final optimizado
- Volumen específico: De acuerdo con Lainez (2008).
- e) Balance de materia del producto final optimizado
- Se tomó como base de referencia al peso inicial de los granos andinos y semillas en la elaboración de la barra funcional optimizada.

#### **4.3.4 Análisis de datos**

Con los datos de los 12 tratamientos para cada variable respuesta, se evaluó la importancia de los efectos, donde su influencia fue tratado por análisis de varianza (ANVA) al 5 % de error permitido ( $\alpha = 0,05$ ), valor comparando con los respectivos p-valor de los efectos resultantes. Para la optimización se siguió la recomendación de Derringer y Suich (1980) que sugieren usar la técnica de la función deseada, que estandariza cada respuesta a un valor entre 0 a 1 con el criterio de que mas cerca a 1 es mejor. Para los cálculos necesarios se utilizó el programa estadístico Design Expert recomendado por Montgomery (2004).

## CAPÍTULO V. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

### 5.1 Técnicas aplicadas en la recolección de la información

La Figura 11 muestra los granos andinos expandidos (quinua y kiwicha), de color blanquecino, así como las semillas (linaza y ajonjolí) de dureza característica y colores oscuros; previos al mezclado para la elaboración de las barras funcionales.



Figura 11. Materias primas previas a la elaboración de las diferentes mezclas propuestas

Fuente: Elaboración propia (2016)

## 5.2 Resultados y discusiones

Para estudiar la relación de las concentraciones de los componentes sobre la aceptabilidad sensorial y el contenido de fibra de la barra funcional, se obtuvieron los siguientes datos bajo condiciones establecidas del diseño experimental de mezclas simplex lattice (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados sensoriales y del contenido de fibra bajo el efecto de las concentraciones de granos andinos y semillas

Tratamientos	X1:	X2:	X3:	X4:	Y1:	Y2:	Y3:	Y4:	Y5:	Y6:
1	40	20	20	20	6,42	6,67	6,92	6,92	7,42	3,63
2	30	30	20	20	6,42	6,67	6,17	7,08	6,67	3,68
3	30	20	30	20	6,42	6,67	6,58	6,17	6,58	4,25
4	30	20	20	30	6,33	6,33	6,58	6,18	6,73	3,96
5	20	40	20	20	6,33	6,17	6,08	6,42	5,92	3,79
6	20	30	30	20	5,83	6,67	6,42	5,91	5,58	4,04
7	20	30	20	30	6,58	6,83	7,17	6,33	6,67	3,48
8	20	20	40	20	5,58	6,33	6,83	6,92	6,75	4,14
9	20	20	30	30	6,25	6,92	6,58	6,5	7	4,01
10	20	20	20	40	6,92	7,25	7	6,5	6,25	3,86
11®	40	20	20	20	6,42	6,58	6,75	6,25	6,58	3,4
12®	30	30	20	20	7	6,67	6,83	6,83	6,83	3,62

X1: Quinoa X2: Kiwicha X3: Linaza X4: Ajonjolí Y1: Apariencia Y2: Color Y3: Olor Y4: Textura Y5: Sabor Y6: Fibra total

Fuente: elaboración propia (2016)

### 5.2.1 Aceptabilidad sensorial de la apariencia

Martínez et al. (2009) demostraron que los sujetos consumen más alimento cuando éste es presentado en tres diferentes variedades de color y sabor, que cuando sólo se presenta un tipo de alimento. Estos resultados confirman que la variedad y apariencia de los alimentos representan señales que estimulan el incremento de las respuestas de ingesta.

Los valores experimentales de la aceptabilidad de la apariencia de la barra funcional (Cuadro 4) han sido ajustados al modelo matemático cuadrático, mediante dicho modelo se puede explicar la influencia de la concentración de las semillas y granos andinos sobre su aceptabilidad y es el siguiente:

$$\text{Apariencia} = 6,42 \cdot \text{Quinoa} + 6,279 \cdot \text{Kiwicha} + 5,547 \cdot \text{Linaza} + 6,919 \cdot \text{Ajonjolí} + 1,442 \cdot \text{Quinoa} \cdot \text{Kiwicha} + 1,746 \cdot \text{Quinoa} \cdot \text{Linaza} - 1,358 \cdot \text{Quinoa} \cdot \text{Ajonjolí}$$

El análisis de coeficientes o pseudocomponentes (Anexo 1.a) muestra que los términos individuales resultaron distintos de cero ( $p < 0,05$ ) es decir, son significativos, la tendencia de los efectos se muestra en la Figura 12 siendo la linaza y ajonjolí quienes más variación producen en la aceptabilidad. Según el análisis de varianza para la apariencia (Anexo 1.b), el modelo ajustado presentó significancia para las variables en estudio (p-

valor =0,024839). Asimismo el coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ) resultó alto, tal es así que la variación explicada por la regresión es aproximadamente del 89,36%.

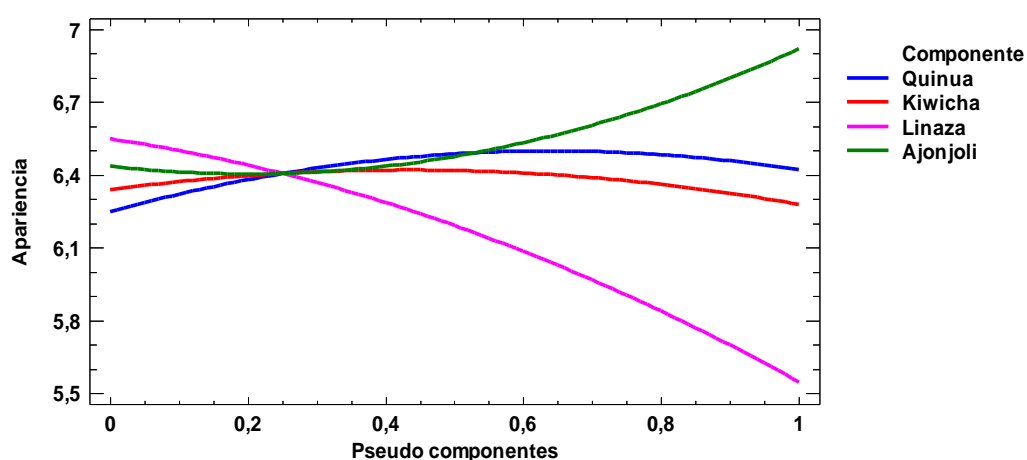


Figura 12. Análisis de los efectos principales sobre la apariencia de la barra funcional  
Fuente: Statgraphics Centurion XVI

El modelo ajustado del diseño mezclas simplex lattice se representa gráficamente en la Figura 13 de curvas de nivel ternario y es a través de ella que la aceptabilidad de la apariencia de la barra funcional puede ser evaluada mediante la interpolación gráfica de esta superficie, demostrando la influencia de los factores como ser las concentraciones de granos andinos (quinua y kiwicha) y semilla (linaza). Es decir que la variación de las concentraciones de los componentes individuales varía de manera significativa a la aceptabilidad de su apariencia. Asimismo, se puede afirmar que la tendencia a maximizar la aceptabilidad de la apariencia por

los panelistas, ocurrirá cuando se elabore la barra funcional a mínimas concentración de linaza (20 g/100 g) con concentraciones medias de kiwicha y quinua lo que dará lugar a un producto con aceptabilidad de 6,6; que según la escala hedónica calificará como una producto entre “gusta algo” y “gusta moderadamente”.

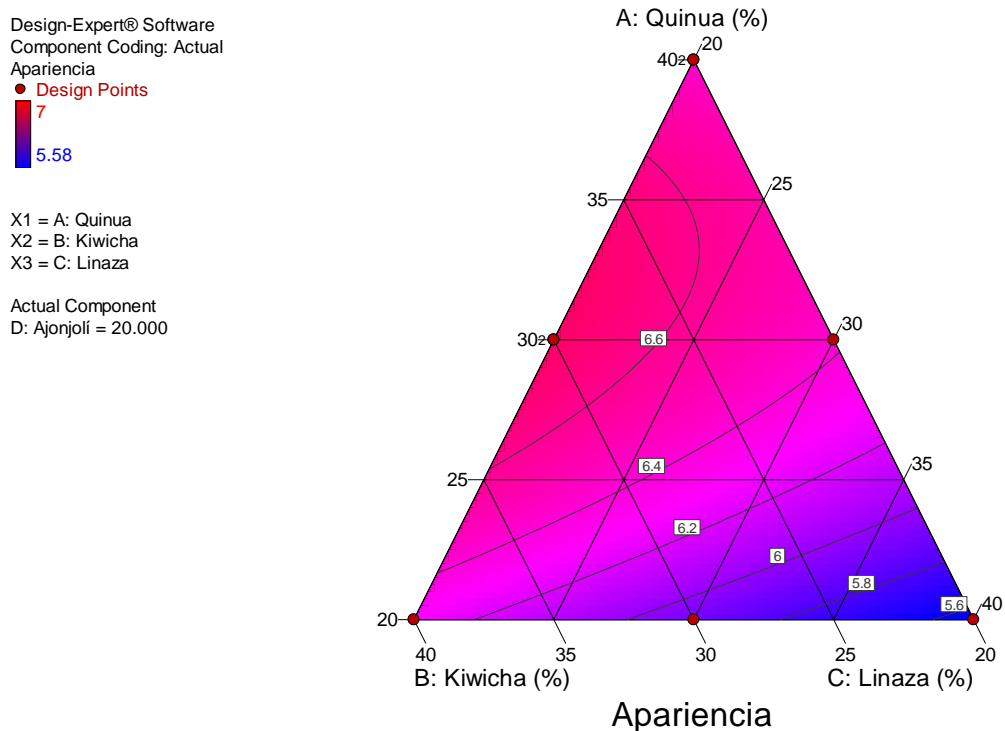


Figura 13. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial de la apariencia de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza a un nivel constante de 20% de ajonjolí

Fuente: Design expert 7.0

Y con respecto al efecto combinado de kiwicha, linaza y ajonjolí (Figura 14), la mayor aceptabilidad de la apariencia se encuentra en la región cercana a la mayor concentración de ajonjolí (40 %) y menores concentraciones de kiwicha y linaza, estas condiciones muestra una aceptabilidad de 6,5 que según la escala hedónica de 9 puntos califican como una barra entre “gusta algo” y “gusta moderadamente”.

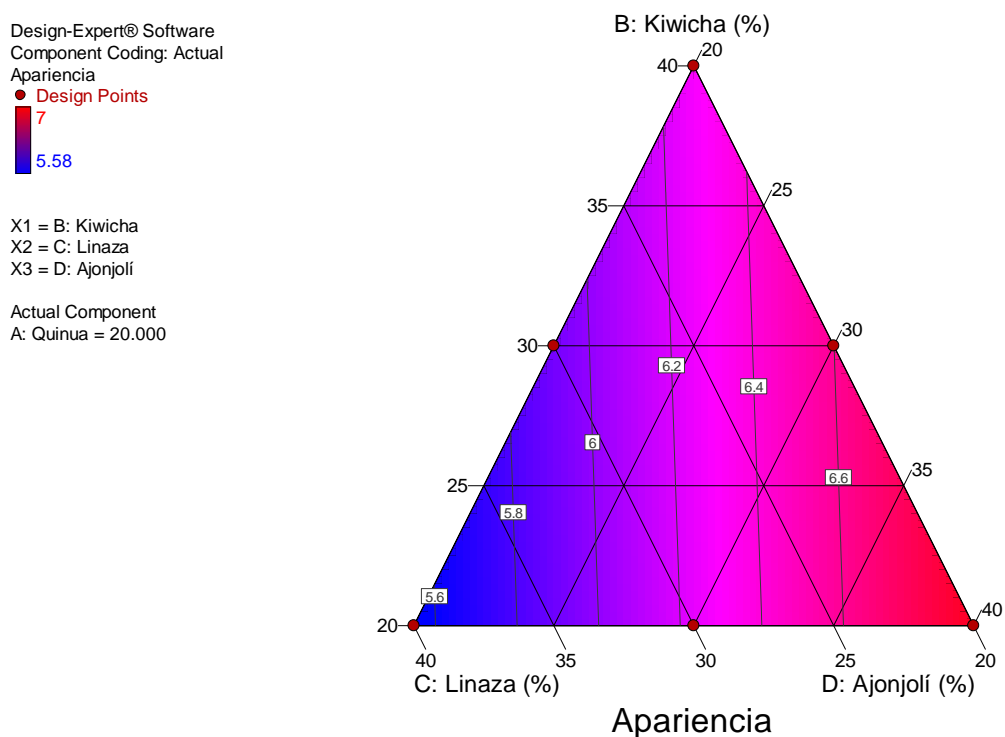


Figura 14. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial de la apariencia de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí a un nivel constante de 20% de quinua

Fuente: Design expert 7.0

De la evaluación se desprende que los consumidores en general les agradan más la apariencia de las barras funcionales cuando presentan mayores concentraciones de ajonjolí, pero con la menor concentración de linaza.

### **5.2.2 Aceptabilidad sensorial del color**

Del Moro (2010) afirma que el color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto. Es un atributo de los productos cuya observación permite detectar ciertas anomalías y defectos. En el caso de las barras, el color depende de varios factores y tiene extrema importancia desde el punto de vista de su aceptabilidad.

Los valores experimentales de la aceptabilidad del color de la barra funcional (Cuadro 4) son representados mediante el modelo matemático cuadrático a fin de explicar la influencia de la concentración de granos andinos y semillas sobre la aceptabilidad del color, cuyo modelo es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Color} = & 6,625*\text{Quinoa} + 6,17*\text{Kiwicha} + 6,33*\text{Linaza} + 7,25*\text{Ajonjolí} + \\ & 1,09*\text{Quinoa}*\text{Kiwicha} + 0,77*\text{Quinoa}*\text{Linaza} - 2,43*\text{Quinoa}*\text{Ajonjolí} + \\ & 1,68*\text{Kiwicha}*\text{Linaza} + 0,48*\text{Kiwicha}*\text{Ajonjolí} + 0,52*\text{Linaza}*\text{Ajonjolí} \end{aligned}$$

El análisis de coeficientes o pseudocomponentes (Anexo 2.a) muestra que los términos individuales resultaron significativos ( $p < 0,05$ ). La Figura 15 de efectos principales destaca al ajonjolí como el factor principal más importante en la variación de la aceptabilidad del color. Según el análisis de varianza para el color (Anexo 2.b), el modelo completo si presenta significancia para las variables en estudio ( $p\text{-valor} = 0,019931$ ), asimismo los términos de interacción quinoa-ajonjolí y kiwicha-linaza resultaron significativos ( $p \text{ valor} < 0,05$ ) mientras que las demás interacciones resultaron no significativas ( $p \text{ valor} > 0,05$ ) sin embargo se mantienen en el modelo dichos coeficientes en aplicación del principio jerárquico. Además el modelo presentó un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) adecuado para la regresión, que es de aproximadamente 99,55%.

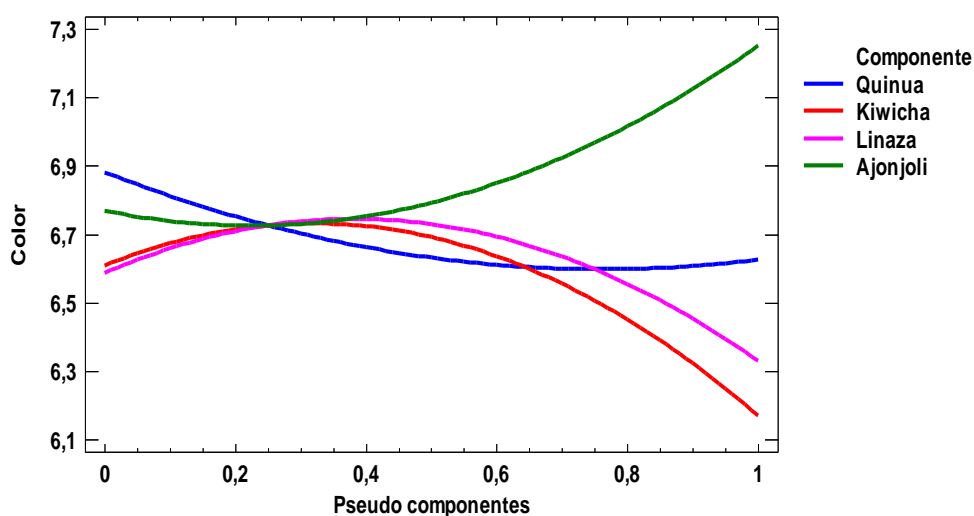


Figura 15. Análisis de los efectos principales sobre el color de la barra funcional

Fuente: Statgraphics Centurion XVI

De la misma manera, el modelo cuadrático del diseño experimental de mezclas simplex se representa en la Figura 16 de curvas de nivel ternario. Se observa que a menor concentración de quinua (20 %) la aceptabilidad será menor de 6,4 en la escala hedónica de 1 a 9; mientras que a concentraciones medias de kiwicha y linaza la aceptabilidad es mayor a 6,75.

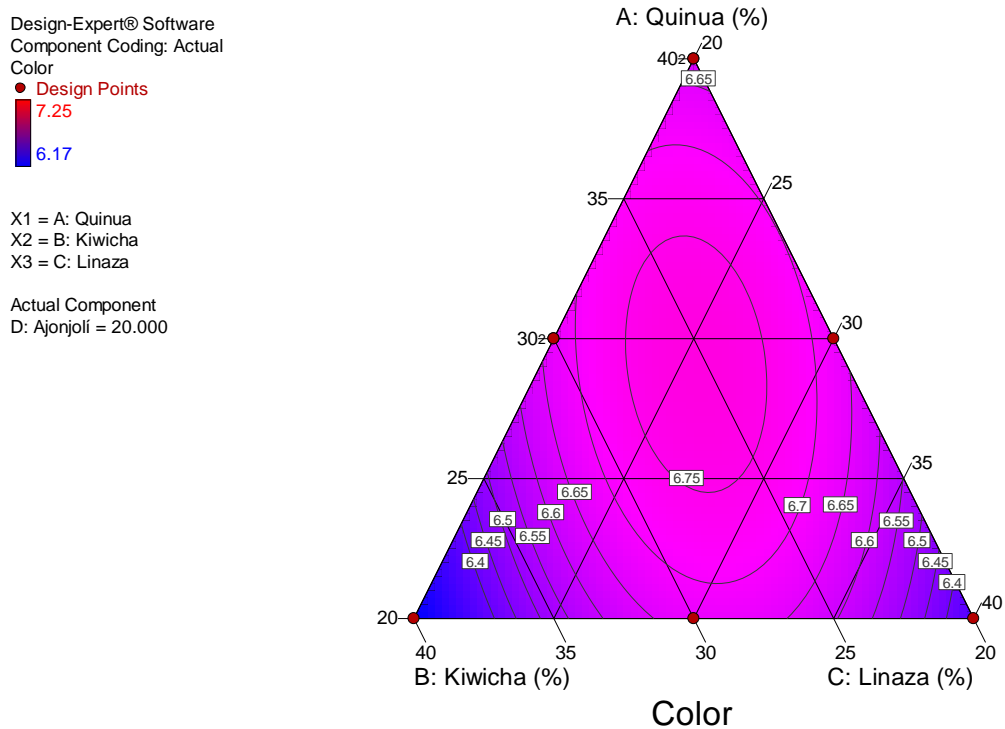


Figura 16. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del color de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza a un nivel constante de 20% de ajonjolí  
Fuente: Design expert 7.0

La aceptabilidad del color de la barra funcional puede ser evaluada mediante la interpolación gráfica de curvas de nivel tal como se muestra en

la Figura 17, donde la variación a concentraciones del 40 % de ajonjolí se alcanza un máximo de la aceptabilidad de 7,2 (gusta moderadamente) según la escala hedónica evaluada.

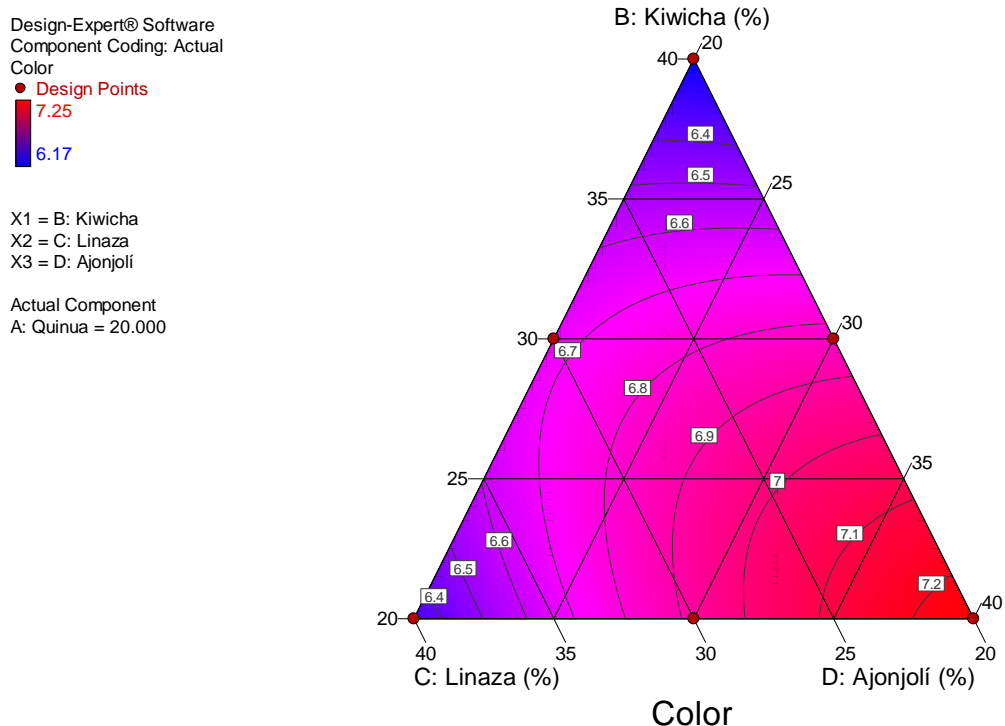


Figura 17. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del color de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí a un nivel constante de 20% de quinua

Fuente: Design expert 7.0

De la evaluación se establece que a los consumidores les agrada el color de la barra funcional cuando presenta mayor contenido de ajonjolí, o cuando se elaboran con concentraciones medias de kiwicha y linaza. La presencia de la quinua es la que menos potencian la aceptabilidad de las mezclas según el color de las barras funcionales.

### 5.2.3 Aceptabilidad sensorial del olor

Según Sancho (1999), la percepción del olor se produzca en la parte superior de la cavidad nasal; las sustancias aromáticas volátiles llegan hasta ellos mezcladas con el aire de la respiración.

Los resultados experimentales de la aceptabilidad del olor de la barra funcional (Cuadro 4) han sido ajustados al modelo matemático cuadrático. Mediante dicho modelo se puede explicar la influencia de la concentración de granos andinos y semillas sobre la aceptabilidad del olor y cuyo modelo es el siguiente:

$$\text{Olor} = 6,835 \cdot \text{Quinua} + 6,08 \cdot \text{Kiwicha} + 6,83 \cdot \text{Linaza} + 7,0 \cdot \text{Ajonjolí} + 0,17 \cdot \text{Quinua} \cdot \text{Kiwicha} - 1,01 \cdot \text{Quinua} \cdot \text{Linaza} - 1,35 \cdot \text{Quinua} \cdot \text{Ajonjolí} - 0,14 \cdot \text{Kiwicha} \cdot \text{Linaza} + 2,52 \cdot \text{Kiwicha} \cdot \text{Ajonjolí} - 1,34 \cdot \text{Linaza} \cdot \text{Ajonjolí}$$

El análisis de coeficientes o pseudocomponentes (Anexo 3.a) muestra que los términos individuales resultaron significativos ( $p < 0,05$ ). El análisis de efectos principales destaca a la kiwicha y ajonjolí como los más influyentes en la variación de la aceptabilidad del olor. Es decir que una barra funcional elaborada únicamente con concentraciones de kiwicha o de ajonjolí, variarán significativamente su aceptabilidad como se observa en la Figura 18. Según el análisis de varianza (Anexo 3.b), el modelo completo no presenta significancia para las variables en estudio ( $p\text{-valor} = 0,633202$ ).

Aunque presenta un alto coeficiente de determinación o varianza explicada de regresión ( $R^2$ ) del 80%.

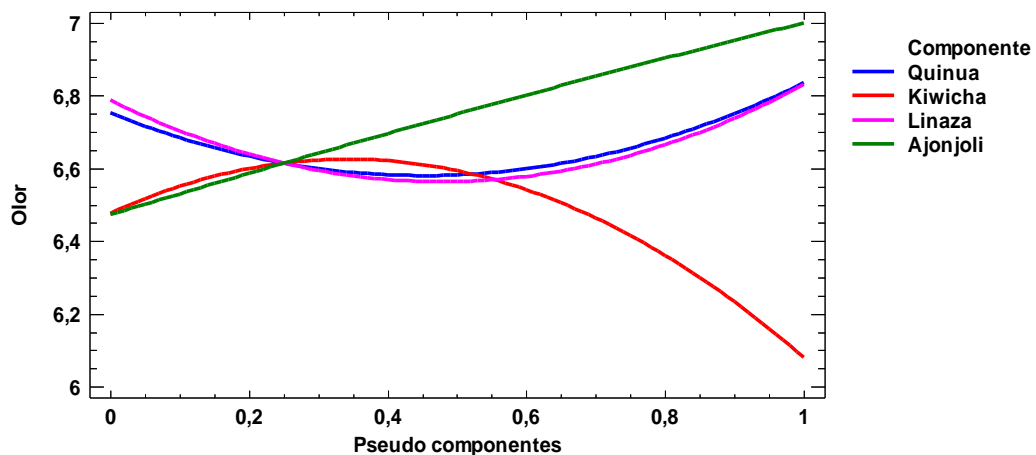


Figura 18. Análisis de los efectos principales sobre el olor de la barra funcional  
Fuente: Statgraphics Centurion XVI

El modelo del diseño experimental de mezclas simplex lattice se representa en la Figura 19 de curvas de nivel ternario, la cual representa el efecto de las concentraciones de quinua, kiwicha y linaza sobre la aceptabilidad del olor y ha sido graficada utilizando el modelo cuadrático hallado. A pesar de que el modelo no es significativo, se destaca que en la mezcla de los componentes cuando es mayor la concentración de kiwicha (40 %) menor es la aceptabilidad del olor, alcanzando valores por debajo de 6,1 en la escala sensorial de 1 a 9 es decir "gusta poco".

Design-Expert® Software  
 Component Coding: Actual  
 Olor  
 ● Design Points  
 7.17  
 6.08

X1 = A: Quinoa  
 X2 = B: Kiwicha  
 X3 = C: Linaza

Actual Component  
 D: Ajonjolí = 20.000

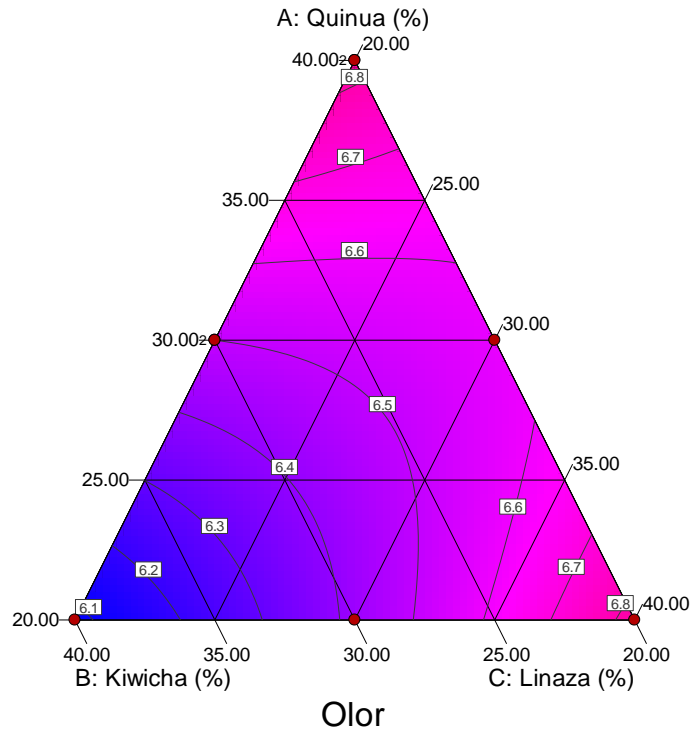


Figura 19. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del olor de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza a un nivel constante de 20% de ajonjolí  
 Fuente: Design expert 7.0

Es decir que así como se muestra en la Figura 20, la variación de las concentraciones de los componentes no variará de manera significativa la aceptabilidad de su olor. Resultando el de mayor aceptación aquella barra funcional elaborada con la mayor concentración de ajonjolí alcanzando un valor estimado de 7,2 que según la escala hedónica corresponde a la calificación de “me gusta moderadamente”.

Design-Expert® Software  
Component Coding: Actual

Olor

● Design Points

7.17

6.08

X1 = B: Kiwicha

X2 = C: Linaza

X3 = D: Ajonjolí

Actual Component

A: Quinoa = 20.000

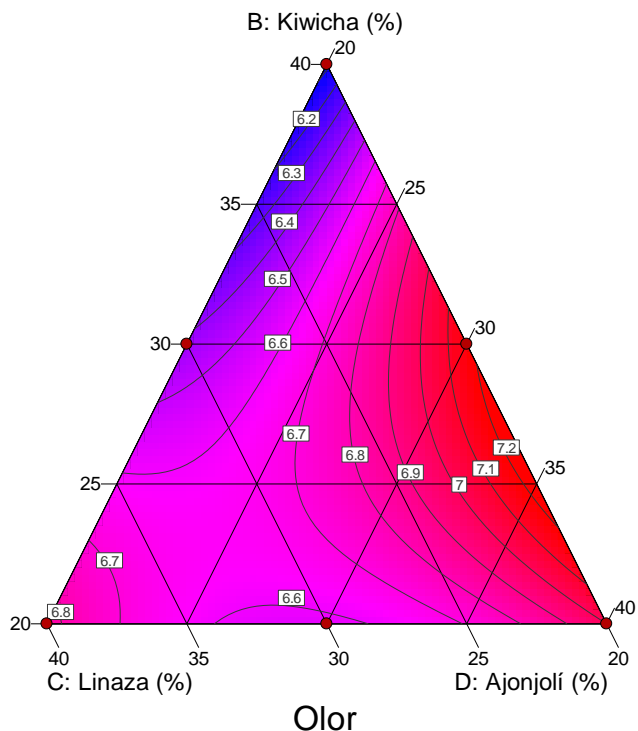


Figura 20. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del olor de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí

Fuente: Design expert 7.0

De la evaluación se establece que a los consumidores les agrada el olor de la barra funcional cuando presenta mayor contenido de ajonjolí y menos contenido en kiwicha, mientras que la quinua y la linaza presenta una relativa aceptabilidad de las mezclas según el olor de las barras funcionales. Cornell (2001) indica que el aroma de los alimentos está ligado a la presencia de un elevado número de compuestos volátiles muchos de los cuales es lógico pensar que no se hayan identificado todavía. Pero de los cientos de compuestos volátiles identificados en diferentes tipos de

alimentos y bebidas sólo un porcentaje relativamente bajo de ellos, en unas concentraciones determinadas y en unas proporciones específicas, dan lugar al olor o aroma característico de algunos productos. En ocasiones, sólo uno de ellos es el principal responsable de la sensación experimentada por el hombre. Es decir que para el caso de las barras funcionales analizadas y según la opinión de los panelistas el olor característico probablemente provendría de los granos andinos de quinua y kiwicha horneados durante su elaboración.

#### **5.2.4 Aceptabilidad sensorial de la textura**

Costell (2001) indica que las propiedades mecánicas de los alimentos que se ponen de manifiesto cuando actúan sobre ellos fuerzas externas, se identifican como sensaciones de viscosidad y textura, sensaciones mecánicas. Que para el caso del estudio de las barras funcionales, se evaluaron como textura. Es así que con los resultados obtenidos (Cuadro 4) se desarrolló un modelo matemático cuadrático para explicar la influencia de las concentraciones de granos andinos y semillas que es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Textura} = & 6,585*\text{Quinua} + 6,42*\text{Kiwicha} + 6,92*\text{Linaza} + 6,5*\text{Ajonjolí} + \\ & 1,81*\text{Quinua}*\text{Kiwicha} - 2,33*\text{Quinua}*\text{Linaza} - 1,45*\text{Quinua}*\text{Ajonjolí} - \\ & 3,04*\text{Kiwicha}*\text{Linaza} - 0,52*\text{Kiwicha}*\text{Ajonjolí} - 0,84*\text{Linaza}*\text{Ajonjolí} \end{aligned}$$

El análisis de coeficientes o pseudocomponentes (Anexo 4.a) muestra que sólo los términos individuales resultaron significativos ( $p < 0,05$ ). Del análisis de efectos principales, se destacan a la linaza y la quinua como los componentes más influyente en la variación de la aceptabilidad de la textura (Figura 21). Según el análisis de varianza para la textura (Anexo 4.b), el modelo completo no presentó significancia ( $p\text{-valor} = 0,580844$ ), además los términos de interacción, aunque no son significativos ( $p\text{ valor} > 0,05$ ) se mantienen en el modelo en aplicación del principio jerárquico. Asimismo presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión ( $R^2$ ) de 82%.

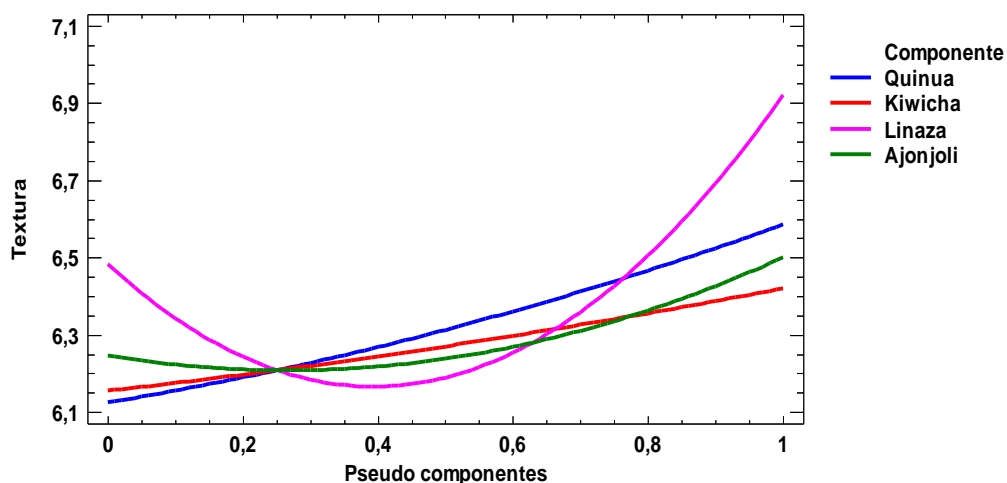


Figura 21. Análisis de los efectos principales sobre la textura de la barra funcional

Fuente: Statgraphics Centurion XVI

El modelo cuadrático desarrollado se representa en la Figura 22 de curvas de nivel ternario, donde se observa que la región de mayor de aceptación será cuando se elabore con la mayor o menor concentración de linaza, alcanzado un valor de aceptabilidad de 6,8 en la escala hedónica de 9 puntos calificando como “me gusta algo”; es decir que cuando se presenta la menor concentración de linaza, este componente es reemplazado por la combinación de quinua y kiwicha que reportan similar aceptabilidad de la textura.

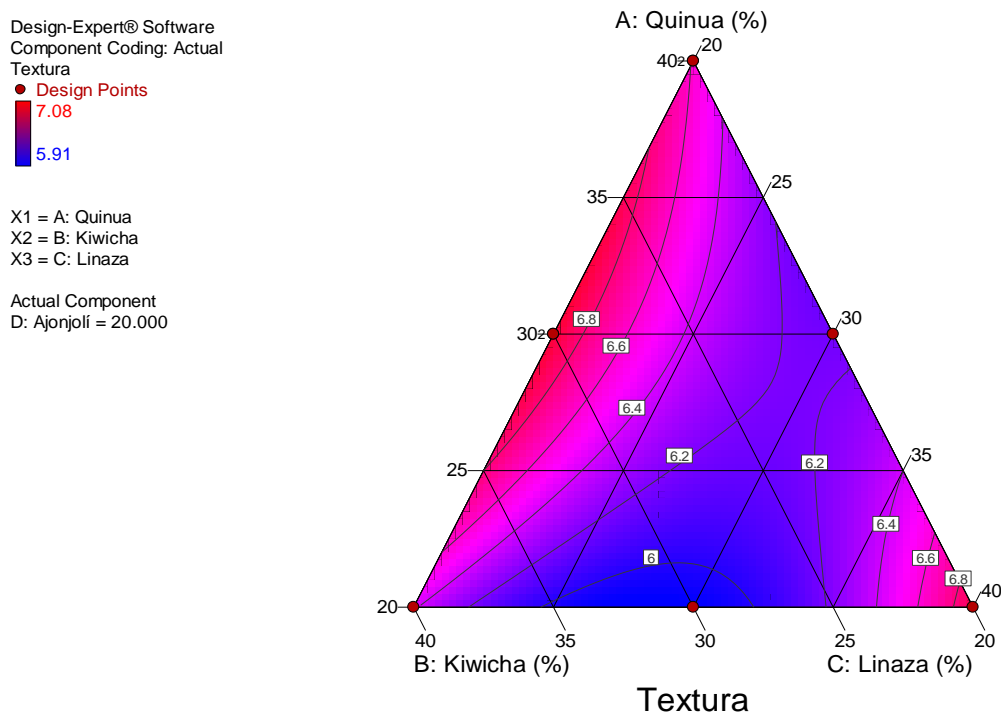


Figura 22. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial de la textura de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza al nivel fijo de ajonjolí del 20%

Fuente: Design expert 7.0

La aceptabilidad de la textura de la barra funcional también puede ser evaluada mediante la interpolación gráfica de la superficie de curvas de nivel con los factores kiwicha, ajonjolí y linaza (Figura 23) observándose que existe una variación de la aceptabilidad de la textura donde a menor concentración de ajonjolí, menor será su aceptabilidad alcanzando valores de 5,9 que en la escala hedónica de 9 puntos, cercana a la calificación de me “gusta algo”.

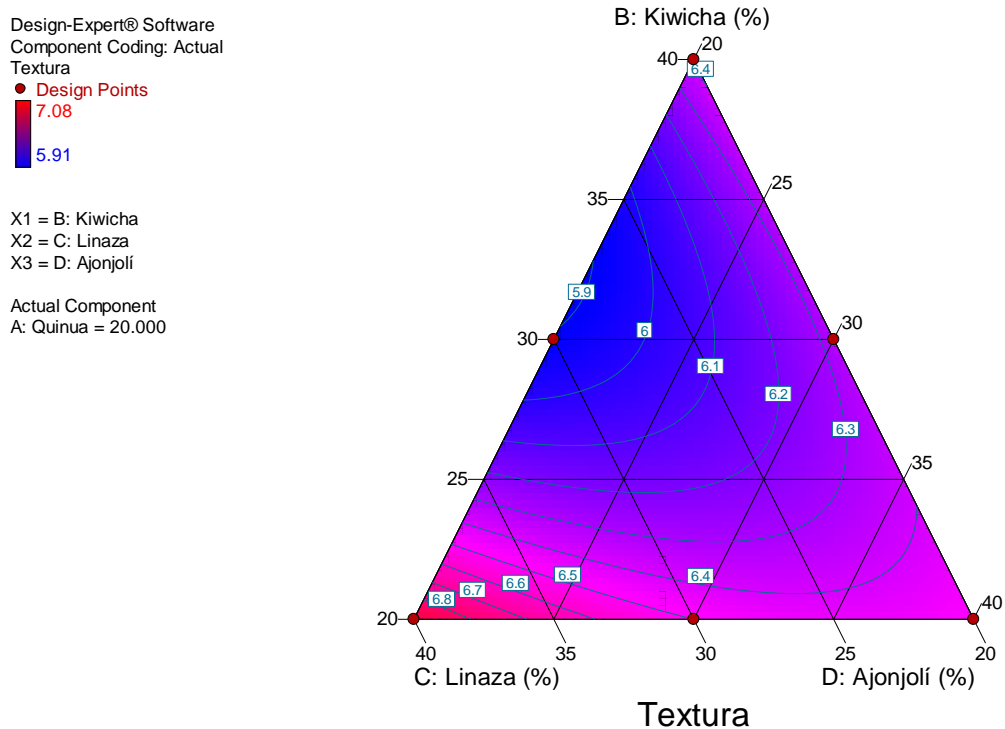


Figura 23. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial de la textura de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí al nivel fijo de quinua del 20%

Fuente: Design expert 7.0

La evaluación final de la textura revela que la barra funcional de mayor aceptabilidad será con mayor concentración de linaza, alcanzando un valor estimado de 6,8 que según la escala hedónica califica como “me gusta algo”. Mientras que la menor aceptabilidad ocurrirá a menor concentración de ajonjolí del 20 %.

Lara y Lescano (2004) afirman que la textura juega un papel importante en la apreciación de una amplia gama de alimentos. La textura es esencialmente una experiencia humana que surge de la interacción con el alimento al momento de manipular o comer. El sentido, dicha percepción a menudo constituye un criterio para controlar la calidad y frecuentemente es un factor importante de selección o rechazo de un alimento.

Por ello con respecto a la evaluación de la textura de la barra funcional, a los consumidores les agrada más la textura de las barras cuando tiene más contenido de linaza pero con menos contenido de granos andinos, es decir con más semillas, probablemente porque los consumidores prefieren la particular crocantes que les confieren éstas semillas a las barras.

### 5.2.5 Aceptabilidad sensorial del sabor

Costell (2011) afirma que los estímulos del gusto son compuestos químicos no volátiles y solubles en agua y los del olfato, son sustancias volátiles. La percepción conjunta de ambos conforma lo que se conoce popularmente como sabor. Existen otros estímulos, que también se perciben en la cavidad bucal y que se transmiten por el nervio trigémino, que suelen considerarse como sensaciones irritantes (picante, ardiente, mentolado, refrescante, etc).

En el presente estudio los valores experimentales de la aceptabilidad sensorial del sabor de la barra funcional (Cuadro 4) fueron ajustados al modelo matemático cuadrático, mediante dicho modelo se pretende explicar la influencia de la concentración de granos andinos (quinua y kiwicha) y semillas (linaza y ajonjolí) sobre el sabor de la barra, el cual es el siguiente:

$$\text{Sabor} = 7,0*\text{Quinua} + 5,92*\text{Kiwicha} + 6,75*\text{Linaza} + 6,25*\text{Ajonjolí} + 1,16*\text{Quinua}*\text{Kiwicha} - 1,18*\text{Quinua}*\text{Linaza} + 0,42*\text{Quinua}*\text{Ajonjolí} - 3,02*\text{Kiwicha}*\text{Linaza} + 2,34*\text{Kiwicha}*\text{Ajonjolí} + 2,0*\text{Linaza}*\text{Ajonjolí}$$

El análisis de coeficientes o pseudocomponentes (Anexo 5.a) visualiza las pendientes positivas o negativas, que se obtienen de los Gráfico de los Efectos principales según la metodología de Superficie de

Respuesta, para ayudar a determinar el factor principal de menor o mayor influencia sobre la variable respuesta (Figura 24), observándose a la kiwicha y la quinua como los más influyentes en la variación del sabor dentro del rango de estudio. Según el análisis de varianza para el sabor (Anexo 5.b), el modelo completo no presentó significancia para las variables en estudio ( $p\text{-valor} = 0,500651$ ). Sin embargo presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión ( $R^2$ ) que es aproximadamente del 85%.

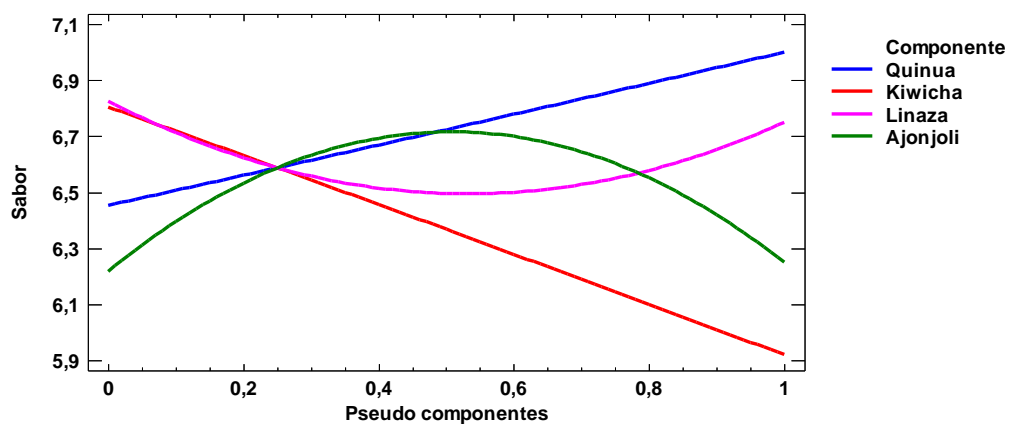


Figura 24. Análisis de los efectos principales sobre el sabor de la barra funcional

Fuente: Statgraphics Centurion XVI

La superficie de respuesta establecida mediante el modelo de diseño de mezclas simplex lattice, se representa en la Figura 25 de curvas de nivel ternario, la cual muestra el efecto de las concentraciones de quinua, kiwicha y linaza sobre la aceptabilidad del sabor, donde se verifica que es máxima

la aceptabilidad cuando se elabora con máximas concentraciones de quinua o linaza.

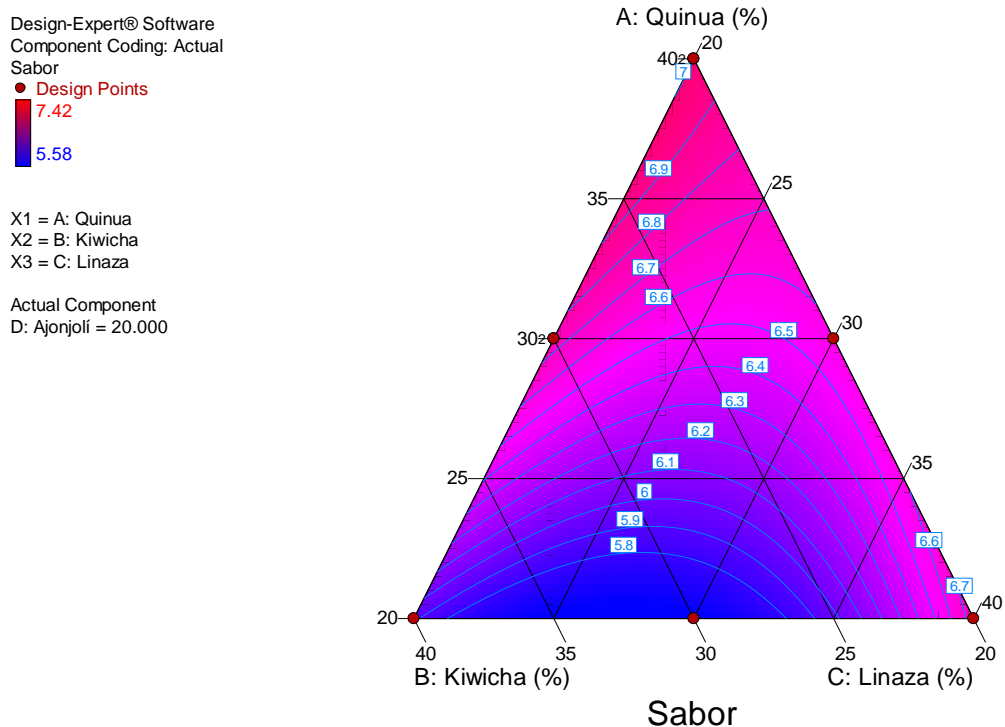


Figura 25. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del sabor de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza al nivel fijo de ajonjolí del 20%

Fuente: Design expert 7.0

La aceptabilidad de la barra funcional también puede ser evaluada mediante la interpolación gráfica de la superficie de los factores: kiwicha, ajonjolí y linaza (Figura 26) registrándose la variación de los valores de aceptabilidad obtenidos. Resultando que la mayor aceptación del sabor de la barra funcional será cuando se elabora con la menor concentración de

kiwicha y un rango de concentración de linaza entre 30 a 35%, alcanzando un valor estimado de 7 que según la escala hedónica corresponde a la calificación de “me gusta moderadamente”.

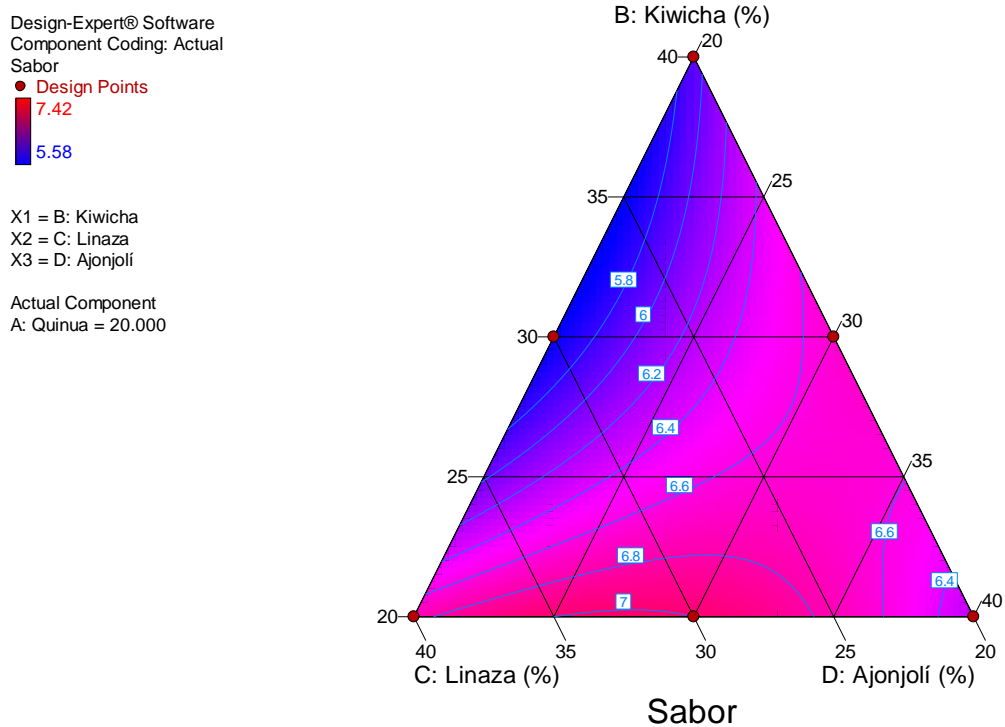


Figura 26. Curvas de nivel ternario para la aceptabilidad sensorial del sabor de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí al nivel fijo de quinua del 20%

Fuente: Design expert 7.0

La evaluación del sabor indica que a bajo nivel de kiwicha, y máximas concentraciones de quinua o linaza se consigue una mayor aceptabilidad del sabor de la barra funcional. Sin embargo a un rango de concentración de 30 a 40% de kiwicha, el sabor alcanzará únicamente valores de calificación máximo de 5,8 (me gusta algo).

### 5.2.6 Concentración de fibra

García (2008) indica que Fibra cruda son todas aquellas sustancias orgánicas no nitrogenadas, que no se disuelven tras hidrólisis sucesivas; una en medio ácido y otra en medio alcalino. El principal componente de la FC es la celulosa (90%), hemicelulosas y lignina. Estos componentes, conforman en su mayoría la fracción insoluble de la fibra. En el caso de los valores experimentales registrados del contenido de fibra de la barra (Cuadro 4) se ajustaron al modelo matemático cuadrático a fin de determinar la influencia de la concentración de semillas y granos andinos sobre el contenido de fibra cuyo modelo es el siguiente:

$$\text{Fibra} = 3,515*\text{Quinua} + 3,79*\text{Kiwicha} + 4,14333*\text{Linaza} + 3,86333*\text{Ajonjolí} - 0,01*\text{Quinua}*\text{Kiwicha} + 1,68333*\text{Quinua}*\text{Linaza} + 1,08333*\text{Quinua}*\text{Ajonjolí} + 0,293333*\text{Kiwicha}*\text{Linaza} - 1,38667*\text{Kiwicha}*\text{Ajonjolí}$$

El análisis de coeficientes o pseudocomponentes (Anexo 6.a) muestra que los términos individuales resultaron significativos ( $p < 0,05$ ) y la tendencia de los mismos (Figura 27) muestra a la linaza como el factor que más variación ejerce sobre el contenido de fibra. Según el análisis de varianza para la fibra (Anexo 6.b), el modelo ajustado es el que presenta significancia para las variables en estudio ( $p\text{-valor} = 0,042381$ ). Aunque de los términos de interacción sólo la combinación quinua-linaza resultó

significativa ( $p$  valor  $> 0,05$ ), las demás interacciones no significativas se mantienen en el modelo ajustado, en aplicación del principio jerárquico.

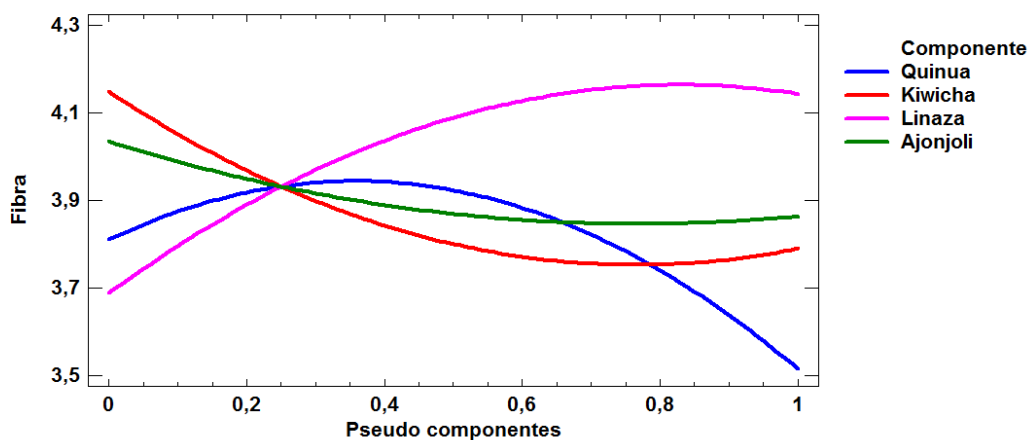


Figura 27. Análisis de los efectos principales sobre el contenido de fibra de la barra funcional

Fuente: Statgraphics Centurion XVI

Asimismo presenta un elevado coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ) ya que explica el 96,38% del comportamiento de los granos andinos y semillas sobre la variación de la fibra, por tanto es útil para predecir su evolución dentro del rango de estudio. El modelo cuadrático ajustado del diseño de mezclas simplex lattice, se representa en la Figura 28 de curvas de nivel ternario, donde se observa que el contenido de fibra de la barra funcional puede ser evaluada mediante la interpolación gráfica de esta superficie donde se muestra la influencia de los factores, como ser las combinaciones de linaza y quinua como la que resulta con más

concentración de fibra. Es decir, que la variación de las concentraciones de dichos componentes (linaza -quinua) hace variar de manera significativa la concentración de fibra en las barras funcionales, es probable que sea consecuencia del elevado porcentaje fibra de la linaza.

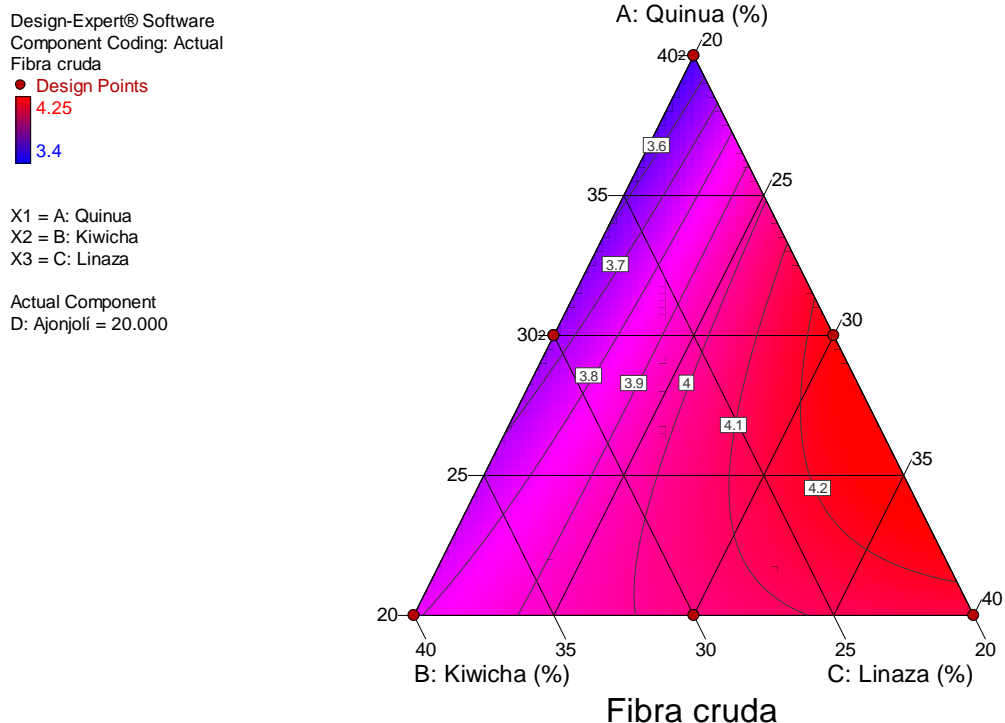


Figura 28. Curvas de nivel ternario para el contenido de fibra en la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, kiwicha y linaza a un nivel constante de 20% de ajonjolí  
 Fuente: Design expert 7.0

Mientras que la quinua posee un menor contenido de fibra que los demás componentes. También se puede afirmar que se tiende a minimizar la concentración de fibra total cuando la barra funcional presente

concentraciones de quinua entre 35 a 40 % para un valor estimado de fibra total de menos de 3,6 g/100 g. En la Figura 29 se muestra la tendencia donde se hace máxima la concentración de fibra (4,1 g/100 g), que se encuentra en la región de linaza en un rango de concentración entre 30 a 40 %, mientras que a concentraciones máximas de kiwicha o ajonjolí resultan barras funcionales con contenidos de fibra por debajo de 3,6 g/100

g.

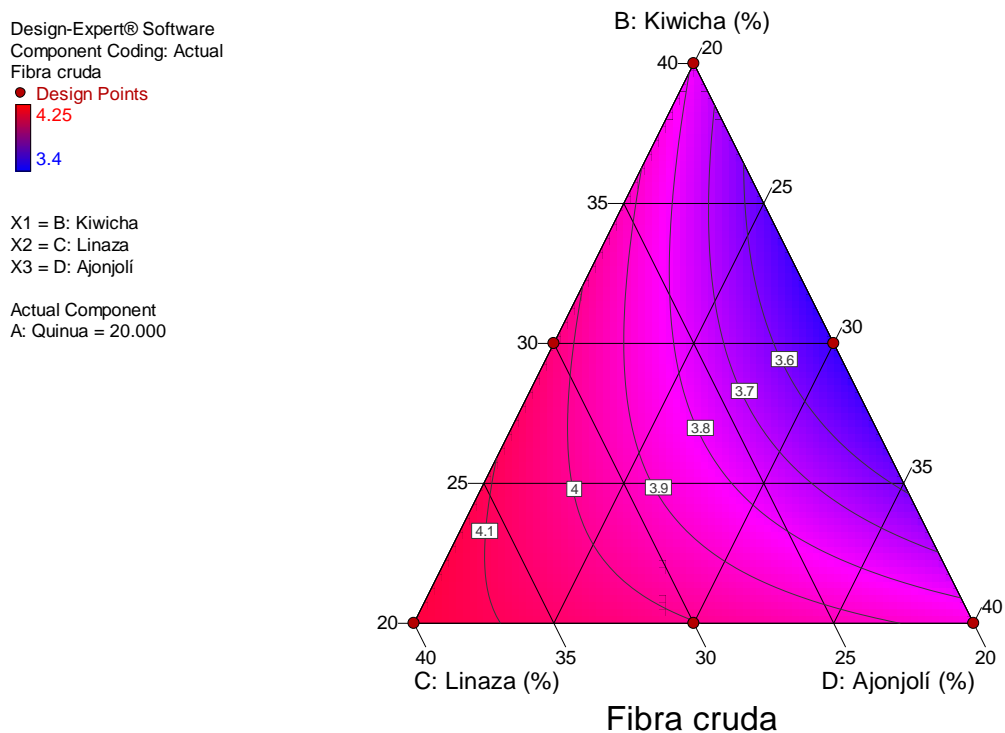


Figura 29. Curvas de nivel ternario para la concentración de fibra de la barra funcional bajo influencia de las concentraciones quinua, linaza y ajonjolí a un nivel constante de 20% de kiwicha

Fuente: Design expert 7.0

La FAO (1995) indica que los valores de fibra dietética generalmente son 3 a 5 veces mayores que los valores de fibra cruda, y asimismo Molina y Martín (2007) también afirman que los valores que se obtienen para la fibra dietética, por lo general, 2-5 veces más elevados que los obtenidos para la fibra cruda. Sin embargo, no puede obtenerse un factor de corrección debido a que la relación entre los dos tipos de fibra varía dependiendo de la composición de los alimentos. Por tanto basado en las afirmaciones de los autores el contenido de fibra dietética total de la barra funcional óptima se encuentra en el rango de 9,72 a 24,3 g/100g.

### **5.3 Producto óptimo**

#### **5.3.1 Optimización de múltiples respuestas**

El diseño experimental de mezclas permite analizar globalmente al producto; y considerando los atributos sensoriales evaluados (apariencia, color, olor, textura y sabor) en base en las diferentes corridas realizadas. Según Del Castillo et al., (1996) la preferencia global corresponderá a la que proporciona una "función deseable" más alta. Con este procedimiento se determinó la combinación de los factores experimentales que simultáneamente optimizan varias respuestas maximizando la función de 'deseabilidad, es decir en este caso se determinó las proporciones de

granos andinos y semillas que optimizan simultáneamente la aceptabilidad de los atributos evaluados en la barra funcional.

Para la optimización se tomaron las siguientes condiciones:

- Variables independientes: mantener en rango de estudio a las concentraciones de los componentes.
- Variables dependientes: maximizar la aceptabilidad sensorial y mantener en rango al contenido de fibra.

Aplicando la optimización numérica mediante el paquete estadístico Design-Expert 7.0 se obtuvo los valores óptimos como muestra el cuadro 5; donde se visualizan las concentraciones de las semillas y granos andinos con la cual la mezcla es óptima según el criterio de función deseada (Desirability).

La Figura 30 de superficie de respuesta para mezclas, muestra las posibles soluciones S1 y S2 en la búsqueda del tratamiento óptimo, que, utilizando el criterio de la función deseada, más cerca de 1 es mejor, se escoge la solución S1 con un valor de FD de 0,705 como óptimo. Lo que indica la probabilidad de que dicha mezcla óptima sea reproducible en sus resultados sensoriales.

Cuadro 5. Solución numérica del proceso de optimización para la barra

Factor	Condición	Límite inferior	Límite superior	Solución 1	Solución 2
X1: Quinoa %	en rango	20,0	40,0	20,0	20,0
X2: Kiwicha %	en rango	20,0	40,0	22,7	20,0
X3: Linaza %	en rango	20,0	40,0	20,0	20,7
X4: Ajonjolí %	en rango	20,0	40,0	37,3	39,3
Y1: Apariencia	maximizar	5,58	7,0	6,8	3,9
Y2: Color	maximizar	6,17	7,25	7,2	6,9
Y3: Olor	maximizar	6,08	7,17	7,2	7,2
Y4: Textura	maximizar	5,91	7,08	6,4	6,9
Y5: Sabor	maximizar	5,58	7,42	6,5	6,5
Y6: Fibra cruda %	en rango	2,4	3,25	3,7	6,3
Función deseada (Desirability)				0,705	0,657

Fuente: Design expert 7.0

Design-Expert® Software

Desirability



X1 = A: Quinoa  
X2 = B: Kiwicha  
X3 = D: Ajonjolí

Actual Component  
C: Linaza = 20.000

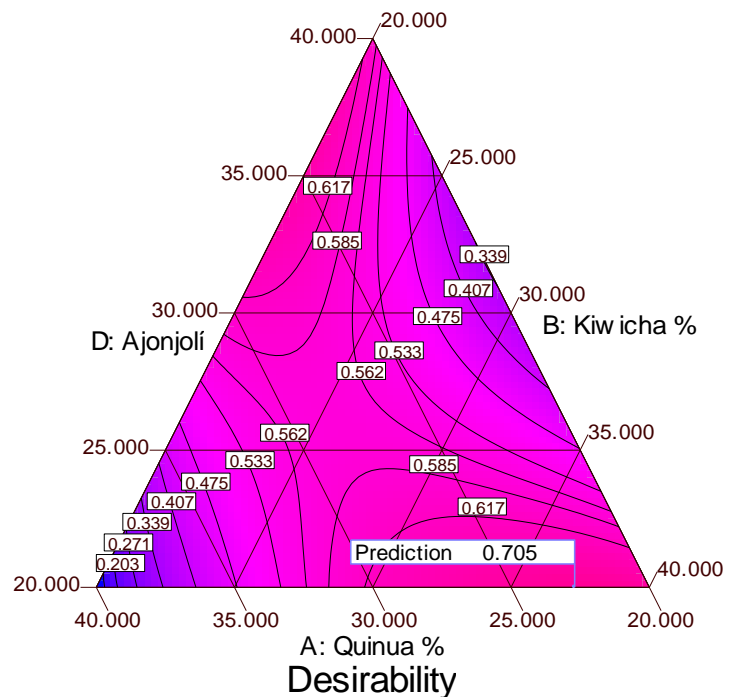


Figura 30. Curvas de nivel para la solución óptima (S1) de la barra

Fuente: Design expert 7.0

Estos resultados demuestran que la tendencia del consumidor al preferir un producto final con buen olor, se requerirá adicionar una elevada proporción de ajonjolí (37,3 %) es decir se prefiere una barra con características crocantes. Además se puede aprovechar sus propiedades antioxidante e inclusive sus propiedades antimicrobianas de esta semilla. Puede afirmarse que esta mezcla óptima dio como resultado una barra funcional con apariencia, color, olor y sabor aceptable.

La Figura 31 de superficie de respuesta hace evidente también la poca preferencia que los consumidores tienen por los granos andinos, además de que la linaza sensorialmente no es muy aceptada, pues en casi todas las evaluaciones su elevada concentración ha resultado con valores de aceptabilidad más bajos que cuando está en menor concentración.

Considerando que EUFIC (2005) quienes afirman que las influencias culturales conducen a diferencias en el consumo habitual de determinados alimentos y en las costumbres de preparación de los mismos; y que en ciertos casos, pueden conducir a restricciones, tal vez ello explique del porque en todas las respuestas evaluadas, sea la kiwicha la que en general ha sido la que menor aceptación ha presentado, influyendo en la aceptación del tratamiento óptimo hallado (Figura 31), y esto tal vez porque los consumidores en general aún no están habituados a consumir dicho grano

andino y que por esa razón en las evaluaciones de la apariencia y el color haya resultado con una influencia de poca aceptabilidad de las barras.

Design-Expert® Software

Desirability



X1 = A: Quinoa  
X2 = B: Kiwicha  
X3 = D: Ajonjolí

Actual Component  
C: Linaza = 20.000

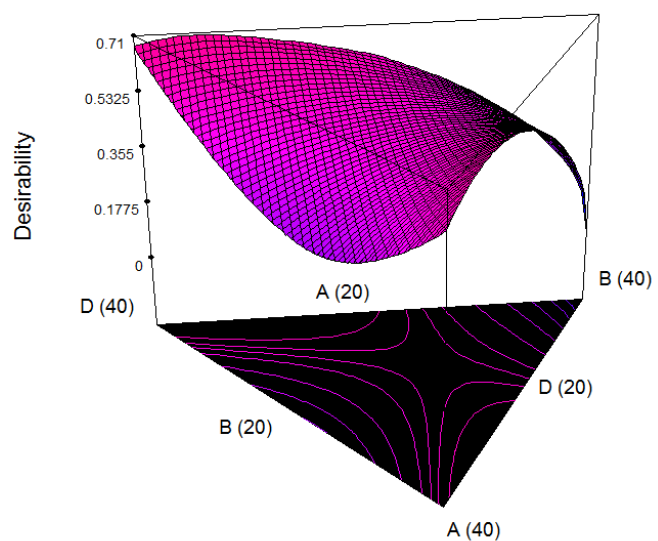


Figura 31. Superficie de respuesta para la solución óptima de la barra  
Fuente: Design expert 7.0

### 5.3.2 Característica proximal de la barra funcional optimizada

El cuadro 6 muestra la composición proximal de la barra funcional optimizada y dos muestras comerciales, donde se destaca el elevado porcentaje de fibra de la muestra óptima. Además se demuestra que la barra funcional optimizada presenta mayor contenido calórico que las barras comerciales, demostrando que las semillas de la mezcla aportan su valor energético proveniente del germen que se caracterizan por su alto

contenido graso. La FAO (1995) indica que los valores de fibra dietética generalmente son 3 a 5 veces mayores que los valores de fibra cruda.

Cuadro 6. Composición proximal de las barras: óptimas y comerciales (porción 20 g)

Composición	Óptimo	Cereal Bar Chips de Chocolate	Cereal Bar Choco cereal + Leche	Cereal granvita (Funcional)
Energía (kcal)	103,91	88	85	
Humedad (g)	0,416	1	3	
Proteína (g)	3,104	1,2	0,9	1,13
Grasa (g)	5,494	2,4	3,4	2,4
Carbohidrato (g)	10,512	15,4	12,7	14,87
Sodio (mg)	---	37,5	23,7	24
Cenizas (g)	0,674	---	---	---
Fibra (g)	0,972	0,24	0,094	
Fibra dietética	--	--	--	2
Fibra dietética (FAO)	2,92- 4,86 <sup>3</sup>	0,72- 1,2 <sup>3</sup>	0,282 - 0,47 <sup>3</sup>	

Cereal bar <sup>1</sup> mezcla de trigo y arroz con chocolate y leche; cereal bar <sup>2</sup> mezcla de maíz, trigo, avena y arroz con chips y leche. Calculo según FAO<sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia (2016)

También se resalta el bajo contenido de fibra cruda de las muestras comerciales, puesto que se entiende que si se elaboran con cereales como el trigo, esta materia prima por su naturaleza presenta tejidos que cubren al almidón y germen, quienes deberían identificarse en proporciones de fibra, pero no es tal, indicando que posiblemente son elaboradas con harina granuladas, tipo sémola y no precisamente semillas de trigo. La Figura 32

muestra las semillas en proceso de tostado y el aspecto final de la barra funcional.



Figura 32. Barra funcional optimizada: elaborada con la mezcla de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí y producto final  
Fuente: elaboración propia (2016)

### 5.3.3 Características físicas y balance de masa

El volumen específico de la barra es de  $0,918 \text{ g/cm}^3$ , lo que nos indica que es un producto menos denso que el agua, eso se explica puesto que al ser un aglomerado de semillas y granos andinos estas generan una porosidad característica en este producto. El cuadro 7 muestra los cálculos necesarios para el balance de masa de la mezcla de granos andinos y semillas optimizada para la elaboración de la barra funcional y para una

mezcla de 100 g de materias primas, se obtienen 5 barras de aproximadamente 20 gramos cada una, con un rendimiento del 105 %.

Cuadro 7. Balance de masa de la barra funcional óptima

	Entra (g)	Sale (g)	Continua (g)
Recepción			
Quinoa	20,00	0	20,00
Kiwicha	22,70	0	22,70
Linaza	20,00	0	20,00
Ajonjolí	37,30	0	37,30
Pesado	100,00	0	100,00
Tostado	100,00	6	94,00
Mezclado	94,00	2	92,00
Miel	25	0	25,00
Horneado	117,00	4	113,00
Enfriado	113,00	2	111,00
Cortado	111,00	6	105,00
Envasado	105,00	0	105,00
Peso unitario	20		
Rendimiento			105,00%

Fuente: elaboración propia (2016)

#### 5.3.4 Flujo definitivo

La Figura 33 muestra el flujo definitivo con los parámetros óptimos de para la elaboración a nivel de laboratorio de la barra funcional con óptima aceptabilidad sensorial.

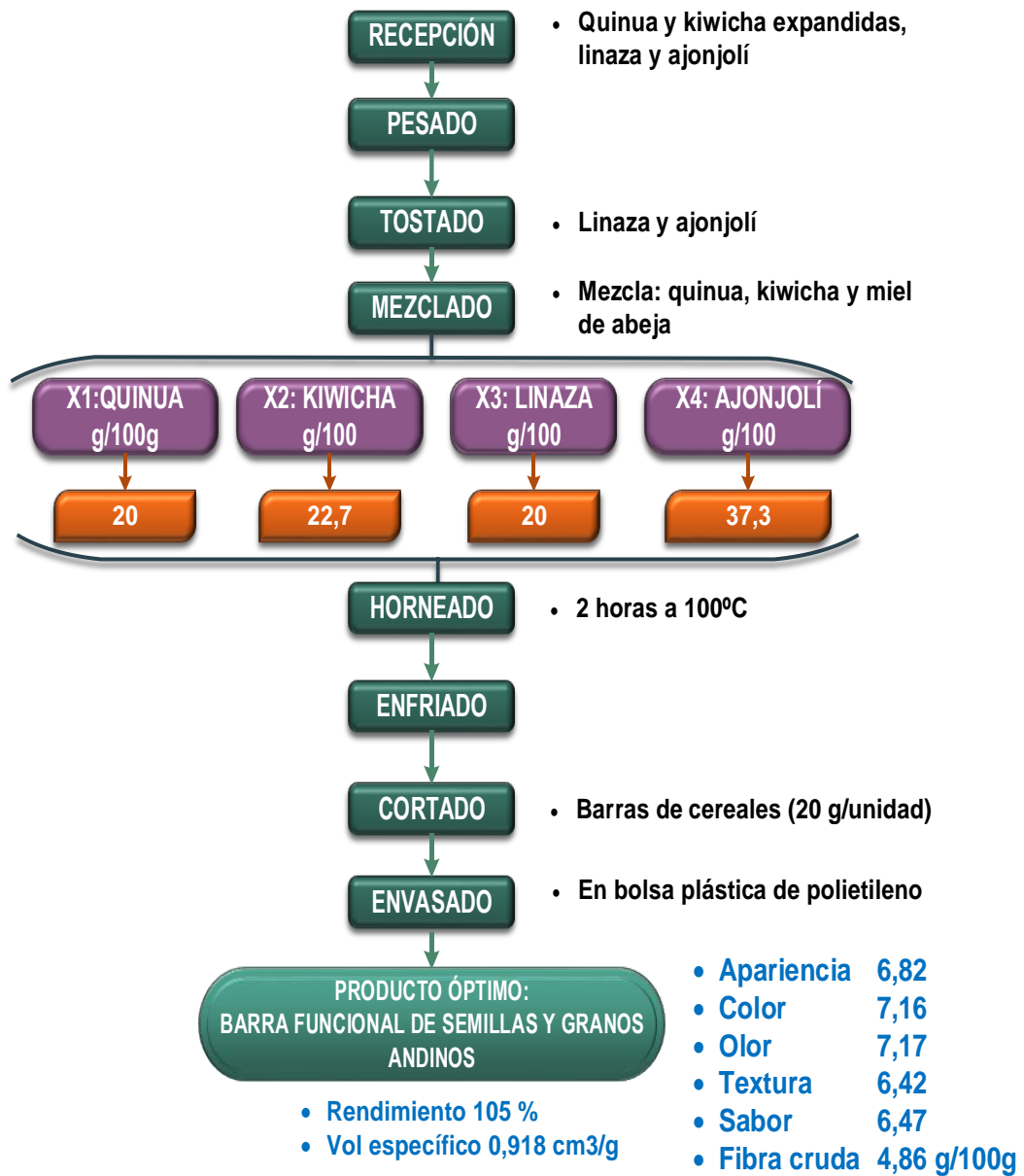


Figura 33. Flujo definitivo en la elaboración de la barra funcional  
Fuente: elaboración propia (2016)

## CONCLUSIONES

1. Las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí influyeron de manera significativa sobre la aceptabilidad sensorial de la apariencia (p-valor  $\leq 0,05$ ), donde la tendencia a maximizar su aceptabilidad ocurrirá cuando se elabore la barra a mínima concentración de linaza (20 %) o a máximas concentraciones de ajonjolí (40%), lo que dará lugar a un producto con aceptabilidad de 6,6 entre “gusta algo” y “gusta moderadamente” según la escala hedónica. También resultó significativo para el color, donde el ajonjolí al 40% maximiza su aceptabilidad a más de 6,9 y se puede considerar que califica con “gusta moderadamente”.
2. La influencia de las concentraciones de granos andinos y semillas que maximizan el contenido de fibra de la barra funcional resultó significativa (p-valor  $\leq 0,05$ ) para los efectos principales quinua; kiwicha; linaza; ajonjolí e interacción linaza-quinua. Pero no es significativa para la interacción de los demás componentes para ninguno de los casos (p-valor  $>0,05$ ): Para un máximo valor de concentración de kiwicha de 40 % resultó un valor estimado de fibra de menos de 3,6 g/100 g. La

tendencia al mayor contenido de fibra con 4,2 g/100 g se encuentra en la región cercana a la mayor concentración de linaza que es de 30-40%.

3. La composición de la barra funcional de semillas y granos andinos optimizada en g/100 g de mezcla es: quinua 20; kiwicha 22,698; linaza 20; ajonjolí 37,30. Los valores óptimos de aceptabilidad en la escala hedónica de 9 puntos resultó: apariencia 6,82; color 7,16; olor 7,17; textura 6,43; sabor 6,48 y el contenido de fibra hallada por predicción del proceso de optimización es de 3,69%, valor inferior a la obtenida por análisis fisicoquímico que resultó con 4,86%; y con rendimiento del 105 %. La composición nutricional de una unidad de 20 g de barra funcional es la siguiente: Energía 103,91 kcal; Humedad 0,416 g; Proteína 3,104 g; Grasa 5,494 g; Carbohidrato 10,512 g; Cenizas 0,674 g; Fibra cruda 0,972 g.

## **RECOMENDACIONES**

1. Evaluar la funcionalidad de la barra a través del contenido fibra dietética total y los ácidos grasos insaturados.
2. Recomendar el consumo de esta barra funcional en niños y niñas que no tengan mucha preferencia al consumo de vegetales y frutas ricas en fibra.
3. Evaluar sus atributos sensoriales y características fisicoquímicas de la barra optimizada a través de su vida útil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Textos

ANZALDUA, A., 1994 *Evaluación sensorial de Alimentos en la teoría y la práctica.*, Zaragoza- España., Editorial Acribia, Pp. 121.

ASHWELL M. 2005. *Conceptos sobre alimentos funcionales.* ILSI Europe consicemonograph series. ILSI Press, 135 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. A.O.A.C. 1981. *Methods of Analysis*, 13th. ed. Washington, D.C

CALDER PC 1998. *Immunoregulatory and anti-inflamma-tory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids.* *Braz J Med Biol Res*; 31:467-490.

CARAGAY A. 1992. *Cancer preventive foods and ingredients.* *Food Technol*; 46:65-68.

COLLAZOS, C. et al 1998 *La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú.* Instituto Nacional de Nutrición. Urna - Perú.

COLLI C, Sardinha F, Filisetti TM. 2003 *Capítulo 4: Alimentos Funcionáis.* En: CUPPARI, Lian. *Guias de Medicina Ambulatorial e Hospitalar.* UNIFESP/Escola Paulista de Medicina. Nutricáo Clínica no Adulto. Brasil. Editora Manóle Ltda.

- CORNELL, J. 2002. Experiments with Mixtures: Designs Models and the  
Análisis of Mixture Data. Third Edition. John Willey & Sons, Inc.  
New York. USA.
- DELCASTILLO E., Montgomery D., McCarville D. 1996 *Modified Desirability  
Functions for Múltiple Response Optimization*. Journal of  
Quality Technology. Vol.28 NO.3 July 1996 pp. 337-344
- DELMORO Julieta, Muñoz Daniela, Nadal Victoria, Clementz Adriana,  
Pranzetti Valeria 2010 *El Color en los Alimentos:  
Determinación de Color en Mieles*. UCEL. Santa Fe-Argentina
- DERRINGER G, Suich R 1980. *Simultaneous Optimization of Several  
Response Variables* Journal of Quality Technology, 12, 214—  
219.
- DEVORE Jay L. 2008 *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*  
Séptima edición. Cengage Learning Editores. México
- ESPINOZA Silva Cl., Quispe Solano M. 2011 *Tecnología de Granos  
andinos y Leguminosas*. Universidad Nacional del Centro del  
Perú. Huancayo. Perú.
- FAO/OMS. 2003. *Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases*. WHO  
Technical Report Series 916, Geneva
- FAO 1995 *Producción y manejo de datos de composición química de  
alimentos en nutrición*. Santiago de Chile. Chile

- GARCÍA Ornar, Infante Ramón, Rivera Carlos 2008 *Hacia una definición de fibra alimentaria* Anales Venezolanos de Nutrición; Vol 21. Universidad Central de Venezuela. Venezuela.
- JIMENEZ M. 2015 *Superficies de Respuesta mediante un Diseño Central Compuesto*. Instituto de Estadística Teórica y Aplicada. La Paz-Bolivia
- LAINEZ, E., Vergara, F. y Barcenás, M.E. 2008. *Quality and microbial stability of partially baked bread during refrigerated storage*. Journal of Food Engineering 89:414-418
- LARA N. y Lescano G. 2004 *Textura de los alimentos Proyecto: "Investigación y desarrollo de nuevas alternativas alimenticias para consumo humano, basadas en maíz, banano, plátano y quinua* INIAP. Quito – Ecuador
- MARTÍNEZ Alma Gabriela, López-Espinoza Antonio, Franco-Paredes Karina, Díaz Felipe, Aguilera Virginia 2009 *Variedad y apariencia de los alimentos modifican la conducta alimentaria*. Centro de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición CUSur-Universidad de Guadalajara. México
- MOLINA María y África Martín 2007 *La fibra dietética procesada como alimento funcional*. Escuela Andaluza de Salud Pública.

Consejería de Salud. Junta de Andalucía. Granada. Granada.  
España

MINISTERIO DE SALUD 2011 *Documento técnico lineamientos de gestión de la estrategia sanitaria de alimentación y nutrición saludable*. Lima-Perú

MONTGOMERY D. 2004 *Diseño y Análisis de Experimentos* 2da Ed  
Limusa Wiley Universidad Estatal de Arizona. USA

MOREIRAS O., Carbajal Á., Cabrera L. y Cuadrado C. 2013 *Tablas de composición de alimentos*. 16º ed. Editorial Pirámide. Madrid-España

MUJICA, A. y Jacobsen, S. E. 1999 *Resúmenes de Investigaciones en quinua (Chenopodium quinoa Willd) de la Universidad Nacional del Altiplano 1962-1999*. Escuela de Posgrado. Puno.

NOVARTIS 2004 Tabla de Composición de Alimentos. Medical Nutrition

OLAGNERO G., Abad A., Bendersky S. 2007 *Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos*. Asociación argentina de dietistas y nutricionistas dietistas. Buenos Aires-Argentina

PÉREZ R.; Iglesias M.; Pueyo E.; González M. y de Lorenzo C. 2007. *Amino Acid Composition and Antioxidant Capacity of Spanish Honeys*. J. Agric. Food Chem. 2007, 55, 360-365

- PICALLO A. 2013 *Análisis sensorial de los alimentos*. Universidad de Buenos Aires. Argentina
- SANCHO, J. K. Bota, J.J. de Castro 1999 *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Edicions Universitat De Barcelona. España
- SCHMIDT-HEBBEL, H., Pennachiotti, I.; Masson, L. y Mella, M.A. 1992 *Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos*, 8a edición. Santiago, Chile.
- VÁZQUEZ CI., De Cos A., López-Nomdedeu C., 2005 *Alimentación y Nutrición Manual teórico – práctico* 2a Edición. Ed Díaz de Santos. España
- VERA A. Gloria 2013 *La Fibra Dietética Vital para una Alimentación Saludable* INDUALIMENTOS. Santiago de Chile. Chile
- YAMADA K, Sato-Mito N, Nagata J, Umegaki K. 2008 *Health claim evidence requirements in Japan*. J Nutr; 138: 1192S-1198S.
- ZULETA A. 2005 *Efectos Nutricionales y Fisiológicos de las Fibras. Reseña sobre Fibras Insolubles*. En: *Primer Simposio Internacional sobre Alimentos Funcionales*. Buenos Aires. Hotel Sheraton Libertador, Granotec Argentina Group.

## Tesis

- ALBARRÁN, R. 1993 *Estudio de Algunos Componentes Químicos, Caracteres Morfoanatómicos y Patrones Proteicos en Semillas de dos Ecotipos de Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd)*. Tesis. Chillan, Universidad de Concepción Chile.
- BATISTA SM, Moretto E. 1995 *Efeito da fibra da farinha da casca de banana nanica (Musa cavendishii) na glucemia de ratos normáis e diabéticos*. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Tesis Brasil. Páginas 15-35.
- CALISTO L. 2009 *Desarrollo de Producto Snack a Base de Materias Primas no Convencionales Poroto (Phaseolus vulgaris L.) y quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. Tesis Universidad de Chile
- FAO 1995 *Joint consultation: fats and oils in human nutrition*, Nutr Res; 38:202-205.
- FERNÁNDEZ Solís T. Fariño Rosero M. 2011 *Elaboración de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazar la comida chatarra* Universidad de Guayaquil - Tesis Ecuador
- HIGINIO V. 2011 *Elaboración de una Mezcla Instantánea de Arroz (Oryza sativa), Cañihua (Chenopodiitm pallidicaule Aellen) y Kiwicha (Amarantos caudatus) por el método de cocción extrusión*. Tesis. Universidad Nacional del Callao. Perú

IÑARRUTE, 2001 *Estudio de las características Nutricionales de barras de granos andinos para niños. México, 2001. Arch Lat Nutr*  
20011

MEDINA M. 2006 *Desarrollo de una barra nutricional a base de granóla y frijol rojo (Phaseolus vulgaris). Tesis. Honduras*

OCHOA C. 2012 *Formulación, Elaboración y Control de Calidad De Barras Energéticas a Base de Miel y Avena Para La Empresa Apicare. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Riobamba - Ecuador*

RAMOS Díaz Riobamba M. 2011 *Elaboración de una barra energética con aporte proteico de quinua (Chenopodium quinoa) y amaranto (Amaranthus spp) para un grupo de deportistas de aventura de la ciudad de riobamba. Universidad nacional de Chimborazo. Tesis Ecuador.*

SALTOS H., Bayas A. 2010 *Aplicación de un Diseño Experimental de Mezclas en el Desarrollo de una "Barra Energética" con base en el Salvado de Palmito de Pejibaye (Bactris gasipaes H.B.K) Universidad Técnica de Ambato, Revista Tecnológica ESPOL - RTE, Vol. 23, N. 2, 1-8, Ambato, Ecuador.*

VARGAS Ochoa Liseth 2013 *Formulación de Barras Nutritivas Comestibles con Base de Okara y Avena, Fortificadas con Hierro aminoquelado* en Patulul. SUCHITEPÉQUEZ-GUATEMALA.

## Revistas

ARAYA L, Lutz R. 2003. *Alimentos funcionales saludables*. Revista chilena de nutrición. Abril Vol. 30, N°1, p.8-14.

CALVI Lenzi de Almeida K., Spreafico F. 2008 *Efecto de la semilla de linaza (Linum usitatissimum) en el crecimiento de ratas wistar*. Rev Chil Nutr Vol. 35, N°4, Diciembre

COSTELL Elvira 2001 La aceptabilidad de los alimentos: nutrición y placer Arbor CLXVIII, 661 (Enero 2001), 65-85 pp.

DAVY B, Melby C. 2003 *The effect of fiber-rich carbohydrates on features of Syndrome X*. J Am Diet Assoc; 103 {1}:86-96.

KOMEN G. 1987 *Trends and future of cereal bars*. Food Science and Technology Abstract. 19 (5): 5M 176, 1987.

Position of the American Dietetic Association: Phytochemicals and functional foods, J Am Diet Assoc 1995; 95:493-496.

THOMPSON Lu, Robb P, Serraino M, Cheung F. 1991 *Mammalian lignan production from various foods*. Nutr Cáncer; 16:43-52.

## Internet

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MAGRAMA 2013

Frutos secos Sésamo. En:

[http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/sesamo\\_tcm7-315323.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/sesamo_tcm7-315323.pdf)

<http://www.fatsecret.cl/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/costa/cereal-bar-chips-de-chocolate/1-barra>

<http://www.fatsecret.cl/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/costa/cereal-bar-chococereal-leche/1-unidad>

INFORMES EUFIC 04/2005 Los factores determinantes de la elección de alimentos <http://www.eufic.org/article/es/expid/review-food-choice/>

## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis estadístico según metodología de superficie de respuesta para la aceptabilidad de la apariencia

#### a) Modelo completo

##### Análisis de coeficientes del modelo completo

Efectos	Coefficiente	Error estándar	t(2)	p- valor
(A)QUINUA	6,42	0,205061	31,30776	<b>0,001019</b>
(B)KIWICHA	6,33	0,29	21,82759	<b>0,002092</b>
(C)LINAZA	5,58	0,29	19,24138	<b>0,00269</b>
(D)AJONJOLÍ	6,92	0,29	23,86207	<b>0,001752</b>
AB	1,34	1,085081	1,23493	0,342252
AC	1,68	1,360221	1,23509	0,342202
AD	-1,36	1,360221	-0,99984	0,422712
BC	-0,5	1,420704	-0,35194	0,758508
BD	-0,18	1,420704	-0,1267	0,910769
CD	0	1,420704	0	1

##### Análisis de varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor
Modelo	1,5183	9	0,1687	2,005945	<b>0,376738</b>
Error	0,1682	2	0,0841		
Total	1,6865	11	0,153318		

Y =6,37      S =.0, 29      C.V. % =4, 55      **R<sup>2</sup> = 0, 9003**

b) Modelo ajustado

Análisis de coeficientes del modelo ajustado

Efectos	Coficiente	Error estándar	t(2)	p-valor
(A)QUINUA	6,42	0,133951	47,9278	0,000000
(B)KIWICHA	6,279	0,158494	39,61676	0,000000
(C)LINAZA	5,547	0,158494	34,99827	0,000000
(D)AJONJOLÍ	6,919	0,158494	43,65478	0,000000
AB	1,442	0,677747	2,12764	0,086663
AC	1,746	0,863961	2,02092	0,099253
AD	-1,358	0,863961	-1,57183	0,176794

Análisis de varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor
Modelo	1,50707	6	0,251178	6,999341	0,024839
Error	0,17943	5	0,035886		
Total	1,6865	11	0,153318		

$$Y = 6,37 \quad S = 0,19 \quad C.V. \% = 2,97 \quad = \mathbf{0,8936}$$

Anexo 2. Análisis estadístico según metodología de superficie de respuesta para la aceptabilidad del color

a) Análisis de coeficientes

Efectos	Coefficiente	Error estándar	t(2)	p-valor
(A)QUINUA	6,625	0,03182	208,2037	<b>0,000023</b>
(B)KIWICHA	6,17	0,045	137,1111	<b>0,000053</b>
(C)LINAZA	6,33	0,045	140,6667	<b>0,000051</b>
(D)AJONJOLÍ	7,25	0,045	161,1111	<b>0,000039</b>
AB	1,09	0,168375	6,4737	<b>0,02304</b>
AC	0,77	0,211069	3,6481	0,067608
AD	-2,43	0,211069	-11,5128	<b>0,00746</b>
BC	1,68	0,220454	7,6206	<b>0,016787</b>
BD	0,48	0,220454	2,1773	0,161372
CD	0,52	0,220454	2,3588	0,142339

b) Análisis de varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor
Modelo	0,903217	9	0,100357	49,55921	<b>0,019931</b>
Error	0,00405	2	0,002025		
Total	0,907267	11	0,082479		

$Y = 6,65 \quad S = 0,045 \quad C.V. \% = 0,68 \quad R^2 = 0,9955$

Anexo 3. Análisis estadístico según metodología de superficie de respuesta para la aceptabilidad del olor

a) Análisis de coeficientes

Efectos	Coefficiente	Error estándar	t(2)	p-valor
(A)QUINUA	6,835	0,240962	28,36551	0,001241
(B)KIWICHA	6,08	0,340771	17,84188	0,003127
(C)LINAZA	6,83	0,340771	20,04277	0,00248
(D)AJONJOLÍ	7	0,340771	20,54164	0,002362
AB	0,17	1,275049	0,13333	0,906139
AC	-1,01	1,598359	-0,6319	0,592052
AD	-1,35	1,598359	-0,84462	0,487251
BC	-0,14	1,669431	-0,08386	0,940805
BD	2,52	1,669431	1,5095	0,270236
CD	-1,34	1,669431	-0,80267	0,506391

b) Análisis de varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor
Modelo	0,930242	9	0,10336	0,890077	0,633202
Error	0,23225	2	0,116125		
Total	1,162492	11	0,105681		

Y =6,66      S = 0,34      C.V. % = 5,12      **R<sup>2</sup>= 0,8002**

Anexo 4. Análisis estadístico según metodología de superficie de respuesta para la aceptabilidad de la textura

a) Análisis de coeficientes

Efectos	Coefficiente	Error estándar	t(2)	p-valor
(A)QUINUA	6,585	0,252834	26,04476	0,001471
(B)KIWICHA	6,42	0,357561	17,95497	0,003088
(C)LINAZA	6,92	0,357561	19,35333	0,002659
(D)AJONJOLÍ	6,5	0,357561	18,17871	0,003012
AB	1,81	1,337871	1,3529	0,308732
AC	-2,33	1,677111	-1,38929	0,299206
AD	-1,45	1,677111	-0,86458	0,4784
BC	-3,04	1,751685	-1,73547	0,224792
BD	-0,52	1,751685	-0,29686	0,794567
CD	-0,84	1,751685	-0,47954	0,678874

b) Análisis de varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor
Modelo	1,199592	9	0,133288	1,042534	0,580844
Error	0,2557	2	0,12785		
Total	1,455292	11	0,132299		

Y = 6,50      S = 0,36      C.V. %= 5,50      **R<sup>2</sup> = 0,8243**

Anexo 5. Análisis estadístico según metodología de superficie de respuesta para la aceptabilidad del sabor

a) Análisis de coeficientes

Efectos	Coefficiente	Error estándar	t(2)	p-valor
(A)QUINUA	7	0,302324	23,15394	0,001860
(B)KIWICHA	5,92	0,427551	13,8463	0,005175
(C)LINAZA	6,75	0,427551	15,78758	0,003988
(D)AJONJOLÍ	6,25	0,427551	14,61813	0,004647
AB	1,16	1,59975	0,72511	0,543745
AC	-1,18	2,005393	-0,58841	0,615853
AD	0,42	2,005393	0,20944	0,853505
BC	-3,02	2,094564	-1,44183	0,28609
BD	2,34	2,094564	1,11718	0,380119
CD	2	2,094564	0,95485	0,440423

b) Análisis de varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor
Modelo	2,190967	9	0,243441	1,331733	0,500651
Error	0,3656	2	0,1828		
Total	2,556567	11	0,232415		

Y = 6,58      S = 0,43      C.V. % = 6,50      **R<sup>2</sup> = 0,8570**

Anexo 6. Análisis estadístico según metodología de superficie de respuesta para la fibra

a) Modelo completo

Análisis de coeficientes

Efectos	Coficiente	Error estándar	t(2)	p- valor
(A)QUINUA	3,51500	0,084039	41,82598	0,000571
(B)KIWICHA	3,79000	0,118849	31,88930	0,000982
(C)LINAZA	4,14000	0,118849	34,83422	0,000823
(D)AJONJOLÍ	3,86000	0,118849	32,47828	0,000947
AB	-0,01000	0,444691	-0,02249	0,984101
AC	1,69000	0,557450	3,03166	0,093752
AD	1,09000	0,557450	1,95533	0,189720
BC	0,30000	0,582237	0,51525	0,657673
BD	-1,38000	0,582237	-2,37017	0,141249
CD	0,04000	0,582237	0,06870	0,951479

Análisis de varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor
Modelo	0,753317	9	0,083702	5,925795	0,152671
Error	0,02825	2	0,014125		
Total	0,781567	11	0,071052		

S = 0,12      Y=2,82      C.V. % =4,21      **R<sup>2</sup> = 0,9639**

b) Modelo ajustado

Análisis de coeficientes del modelo ajustado para la fibra

Efectos	Coficiente	Error estándar	t(2)	p- valor
(A)QUINUA	3,51500	0,068698	51,16581	0,000016
(B)KIWICHA	3,79000	0,097154	39,01025	0,000037
(C)LINAZA	4,14333	0,088689	46,71755	0,000022
(D)AJONJOLÍ	3,86333	0,088689	43,56045	0,000027
AB	-0,01000	0,363517	-0,02751	0,979781
AC	1,68333	0,448735	3,75129	0,033087
AD	1,08333	0,448735	2,41419	0,094660
BC	0,29333	0,469298	0,62505	0,576255
BD	-1,38667	0,469298	-2,95477	0,059795

Análisis de varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	p-valor
Modelo	0,75325	8	0,094156	9,975353	0,042381
Error	0,028317	3	0,009439		
Total	0,781567	11	0,071052		

Y = 2,82      S=0,097      C.V. % = 3,44      **R<sup>2</sup> = 0,9638**

## Anexo 7. Matriz de consistencia para la barra funcional

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Metodología
¿Cuál será la influencia de las concentraciones de semillas y granos andinos sobre el contenido de fibra y aceptabilidad sensorial de una barra funcional?	Determinar la concentración óptima de semillas y granos andinos en la elaboración de una barra funcional a través de su contenido de fibra y aceptabilidad sensorial.	Las concentraciones de semillas y granos andinos influirán en el contenido de fibra total y la aceptabilidad sensorial de una barra funcional.	Tipo de investigación: Experimental puro  Tipo de Diseño: Superficie de respuesta del tipo de diseño de mezclas
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis específicas	Variables
¿Cuáles será la influencia de las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí que maximizan el contenido de fibra total de la barra funcional?	Determinar la influencia de las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí que maximizan el contenido de fibra total de la barra funcional.	Las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí influirán en el contenido de fibra total de una barra funcional.	<b>Variable independiente:</b> -Quinua expandida -Kiwicha expandida -Linaza -Ajonjolí
¿Cuáles será la influencia de las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí que optimizan la aceptabilidad sensorial de la barra de granos andinos funcional?	Determinar la influencia de las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí que optimizan la aceptabilidad sensorial de la barra funcional.	Las concentraciones de quinua, kiwicha, linaza y ajonjolí influirán en la aceptabilidad sensorial de la barra funcional.	<b>Variable dependiente:</b> - Contenido de fibra total - Aceptabilidad sensorial del color, textura y sabor
¿Cuáles son las características físicas y su composición nutricional de la barra funcional de semillas y granos andinos optimizada?	Determinar las características físicas y su composición nutricional de la barra funcional de semillas y granos andinos optimizada.	Es posible determinar las características físicas y composición nutricional de la barra funcional de semillas y granos andinos optimizada	

Fuente: elaboración propia (2016)

## Anexo 8. Análisis proximal de la muestra óptima de la barra funcional



### INFORME DE ENSAYO N° N0629 - 2016

**Solicitante:** *IVETTE LUCIANA MENDOZA CUSI*  
**Dirección:** *Los Cipreces H-22 Centro Poblado Leguía - Tacna - Tacna - Tacna*  
**Solicitud de Ensayo N°:** *0348-2016/N*  
**Nombre del Producto:** *BARRA DE CEREALES*  
**Cantidad recibida:** *600 g.*  
**Presentación:** *A granel en 06 bolsas de polietileno transparentes cerrados de 100 g c/u.*  
**Fecha de recepción:** *12 de febrero de 2016*  
**Fecha de ejecución de ensayos:** *Del 15 al 18 de febrero de 2016*

#### ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Humedad	2,08	g/100g
02	Proteínas	15,52	g/100g
03	Grasa	27,47	g/100g
04	Cenizas	3,37	g/100g
05	Fibra cruda	4,86	g/100g
06	Carbohidratos	51,56	g/100g
07	Energía total	496,11	Kcal/100g

#### Métodos de ensayo utilizados:

01. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 205: 1986 Moisture
02. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 221-223: 1986 Crude protein.
03. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 212: 1986 Fat.
04. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 228-229: 1986 Ash.
05. FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 230: 1986 Crude fiber.
06. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.
07. Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005 Por cálculo.

**OBSERVACIONES:** Para el cálculo de valor energético no se considera la fibra en los carbohidratos.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relaciona únicamente a las muestras analizadas. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- El muestreo, las condiciones de muestreo y transporte de la muestra hasta su ingreso a CERTILAB es responsabilidad del solicitante.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de CERTILAB.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 18 de febrero de 2016



*[Firma manuscrita]*  
**Q.F. Lissy Sedano Inga**  
 Laboratorio de Físico Química  
 CQFP: 11894 LIMA

Informe de Ensayo N° N0629-2016

Pág. 1 de 1

**CERTIFICADORA Y LABORATORIOS ALAS PERUANAS S.A.C.**  
 Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ  
 Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-5062 Telefax: 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com

## Anexo 9. FICHA DE CATA HEDONICA ESTRUCTURADA

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

Frente a usted hay muestras codificadas, las cuales debe probar una a la vez y marcar con una X en la escala que mejor describa su preferencia sobre cada muestra.

ESCALA		MUESTRAS											
		702	703	455	882	887	483	202	878	434	888	595	612
9	Me gusta muchísimo												
8	Me gusta mucho												
7	Me gusta moderadamente												
6	Me gusta algo												
5	Me es indiferente												
4	Me disgusta algo												
3	Me disgusta moderadamente												
2	Me disgusta mucho												
1	Me disgusta muchísimo												

Comentarios: \_\_\_\_\_

Anexo 10. Análisis fisicoquímico (fibra total)



Anexo 11. Norma técnica referencial para productos funcionales



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2587:2011**

---

**ALIMENTOS FUNCIONALES. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

FUNCTIONAL FOODS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, productos alimenticios en general, alimentos funcionales.  
AL 05.07-401  
CDU: 612.292  
CIIU: 3121  
ICS: 67.040

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ALIMENTOS FUNCIONALES. REQUISITOS.	NTE INEN 2587:2011 2011-07
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir los alimentos para ser considerados como alimentos funcionales.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a todos alimentos naturales o procesados que presenten declaraciones de propiedades funcionales y/o saludables.</p> <p>2.2 No se incluye dentro de esta norma a los productos nutracéuticos.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Alimento funcional.</i> Es un alimento natural o procesado que siendo parte de una dieta variada y consumido en cantidades adecuadas y de forma regular, además de nutrir tiene componentes bioactivos que ayudan a las funciones fisiológicas normales y/o que contribuyen a reducir o prevenir el riesgo de enfermedades.</p> <p>3.1.2 <i>Declaración de propiedad funcional.</i> Es aquella relativa al papel metabólico o fisiológico que el componente bioactivo tiene en el crecimiento, en el desarrollo, en el mantenimiento, y en otras funciones normales del organismo.</p> <p>3.1.3 <i>Declaración saludable.</i> Es aquella que afirma, sugiere o implica la existencia de relación entre el alimento o el componente bioactivo con una enfermedad o condición relacionada con la salud.</p> <p>3.1.4 <i>Adición, fortificación.</i> Es el efecto de añadir o agregar al alimento natural, procesado o artificial aminoácidos considerados esenciales, vitaminas, sales minerales, ácidos grasos indispensables u otras sustancias nutritivas, en forma pura o como componentes de algún otro ingrediente con el propósito de:</p> <p>a) aumentar la proporción de los componentes propios, ya existentes en el alimento, o</p> <p>b) agregar nuevos valores ausentes en el alimento en su forma natural.</p> <p>3.1.5 <i>Alimento natural.</i> Es aquel que se utiliza tal como se presenta en la naturaleza, sin haber sufrido transformación en sus caracteres o composición, salvo las prescritas para la higiene, o las necesarias para la separación de las partes no comestibles.</p> <p>3.1.6 <i>Alimento procesado.</i> Es toda materia alimenticia, natural, que ha sido sometida a las operaciones tecnológicas necesarias que la transforma, modifica y conserva para el consumo humano, puesto a la venta en envases rotulados bajo marca de fábrica determinada. El término alimento procesado, se aplica por extensión a bebidas alcohólicas, bebidas no alcohólicas, condimentos, especias que se elaboran o envasan bajo nombre genérico o específico y a los aditivos alimentarios.</p> <p>3.1.7 <i>Componente bioactivo.</i> Se refiere a las moléculas que están presentes en los alimentos y exhiben la capacidad de modular uno o más procesos metabólicos, que se traduce en la promoción de una mejor salud. Los componentes bioactivos de los alimentos se encuentran generalmente en múltiples formas, tales como glicosiladas, esterificadas, tioladas o hidroxiladas; tienen múltiples actividades metabólicas que promueven efectos beneficiosos en tejidos diana para la reducción y la prevención de riesgo de varias enfermedades. Están presentes tanto en alimentos de origen vegetal, como en alimentos de origen animal.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, productos alimenticios en general, alimentos funcionales.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

**3.1.8 Funciones fisiológicas.** Son todas las funciones propias del organismo que se realizan para mantener la homeostasis o el equilibrio interno del mismo.

**3.1.9 Nutracéuticos.** Son suplementos dietéticos, que aportan el componente bioactivo de un alimento, disponible en una forma farmacéutica y usada para mejorar la salud, en dosis que exceden aquellas que pueden ser obtenidas de un alimento normal.

#### **4. REQUISITOS**

##### **4.1 Requisitos específicos**

**4.1.1** La declaración de propiedad funcional debe estar asociada directamente a una función fisiológica normal del cuerpo.

**4.1.2** La declaración saludable debe estar asociada directamente a la prevención y/o reducción de riesgos de las enfermedades.

**4.1.3** En un alimento se puede realizar conjuntamente las dos declaraciones (propiedad funcional y saludable).

**4.1.4** Cualquier declaración debe ser demostrada documentadamente en lo referente al sustento científico del componente bioactivo en las condiciones que se encuentra en el alimento, con estudio realizado en humanos, y que haya sido aprobado por el Ministerio de Salud Pública, CODEX Alimentarius, Directrices de la Comunidad Europea o FDA.

**4.1.5** Las declaraciones de propiedades nutricionales y saludables para los alimentos funcionales de niños menores de cuatro años (con excepción de los lactantes menores de seis meses), se permiten siempre que estén demostradas por estudios rigurosos conforme a normas científicas apropiadas.

**4.1.6** Los productos en los cuales se realiza la declaración de propiedad funcional y/o saludable, deben cumplir con la norma específica del producto.

**4.1.7** La cantidad y biodisponibilidad del componente bioactivo debe cumplir con lo que establece el Codex Alimentarius, Directrices de la Comunidad europea o FDA.

##### **4.1.8 Tolerancias y cumplimiento**

**4.1.8.1** Los valores que figuren en la declaración de propiedad funcional y/o saludable deben ser valores medios ponderados derivados de los datos específicamente obtenidos de análisis de productos que son representativos

**4.1.8.2** Las tolerancias de los principios bioactivos, declarados son:

- a) Componente bioactivo adicionado intencionalmente a los alimentos debe cumplir mínimo con el 100% de lo declarado en etiqueta durante toda la vida útil del producto.
- b) Componentes bioactivos presentes naturalmente debe cumplir mínimo con el 80% de lo declarado en etiqueta durante toda la vida útil del producto.

#### **5. ROTULADO**

**5.1** El rotulado de estos productos debe cumplir con el RTE INEN 022 y con la NTE INEN 1 334-3

(Continúa)

**APÉNDICE Y**  
**EJEMPLO DE DECLARACIONES**  
**(INFORMATIVO)**

**Y.1** Los ejemplos de declaraciones se pueden encontrar en los siguientes links:

**Y.1.1** Authorised health claims and the conditions applying to them provided for in Articles 13(3) and (5), 14(1), 19(2), 21, 24(2), and 28(6) of [Regulation \(EC\) N° 1924/2006](#) and the national measures referred to in Article 23(3)

**Y.1.2** <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/FoodLabelingGuide/default.htm>

**Y.1.3** <http://www.fda.gov/Food/LabelingNutrition/LabelClaims/ucm111447.htm>

**Y.1.4** <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/FoodLabelingGuide/ucm064919.htm>

**Y.1.5** <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/FoodLabelingGuide/ucm064923.htm>

**Y.1.6** <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/ucm073332.htm>