

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
(Creada por Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
TESIS

“EFECTO DE LA PROPORCIÓN DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)
Y LINAZA (*Linum usitatissimum* L.) EN LAS CARACTERÍSTICAS
SENSORIALES, FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE UNA
BARRA ENERGÉTICA ALIMENTICIA”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TECNOLOGÍA DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES ALIMENTARIOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

TAYPE ARAUJO, Janet Roxana

HUANCVELICA
2017

ACTA DE SUSTENTACION DE INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN (TESIS)

En la ciudad Universitaria "COMÚN ERA" a los 14 .días del mes de Setiembre del año 2017, a horas 08:00 a.m., se reunieron; los miembros del Jurado Calificador, que está conformado de la siguiente:

PRESIDENTE : M. C. Ed. Alfonso, RUÍZ RODRÍGUEZ.
SECRETARIO : M. Sc. Roberto Carlos, CHUQUILÍN GOICOCHEA.
VOCAL : Ing. Jimmy Pablo, ECHEVARRÍA VICTORIO.
ACCESITARIO : M. Sc. Efraín David, ESTEBAN NOLBERTO

Designados con resolución N° 446 - 2015-CF-FCA-UNH; del: proyecto de investigación TITULADO:
"EFECTO DE LA PROPORCIÓN DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) Y LINAZA (*Linum usitatissimum* L.) EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES, FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE UNA BARRA ENERGÉTICA ALIMENTICIA"

Cuyo autor es la graduada:

Bachiller: **Janet Roxana, TAYPE ARAUJO**

Asesorado por: M.Sc. VELÁSQUEZ BARRETO, Frank Fluker

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente el resultado:

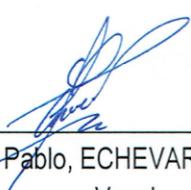
APROBADO POR : MAYORÍA

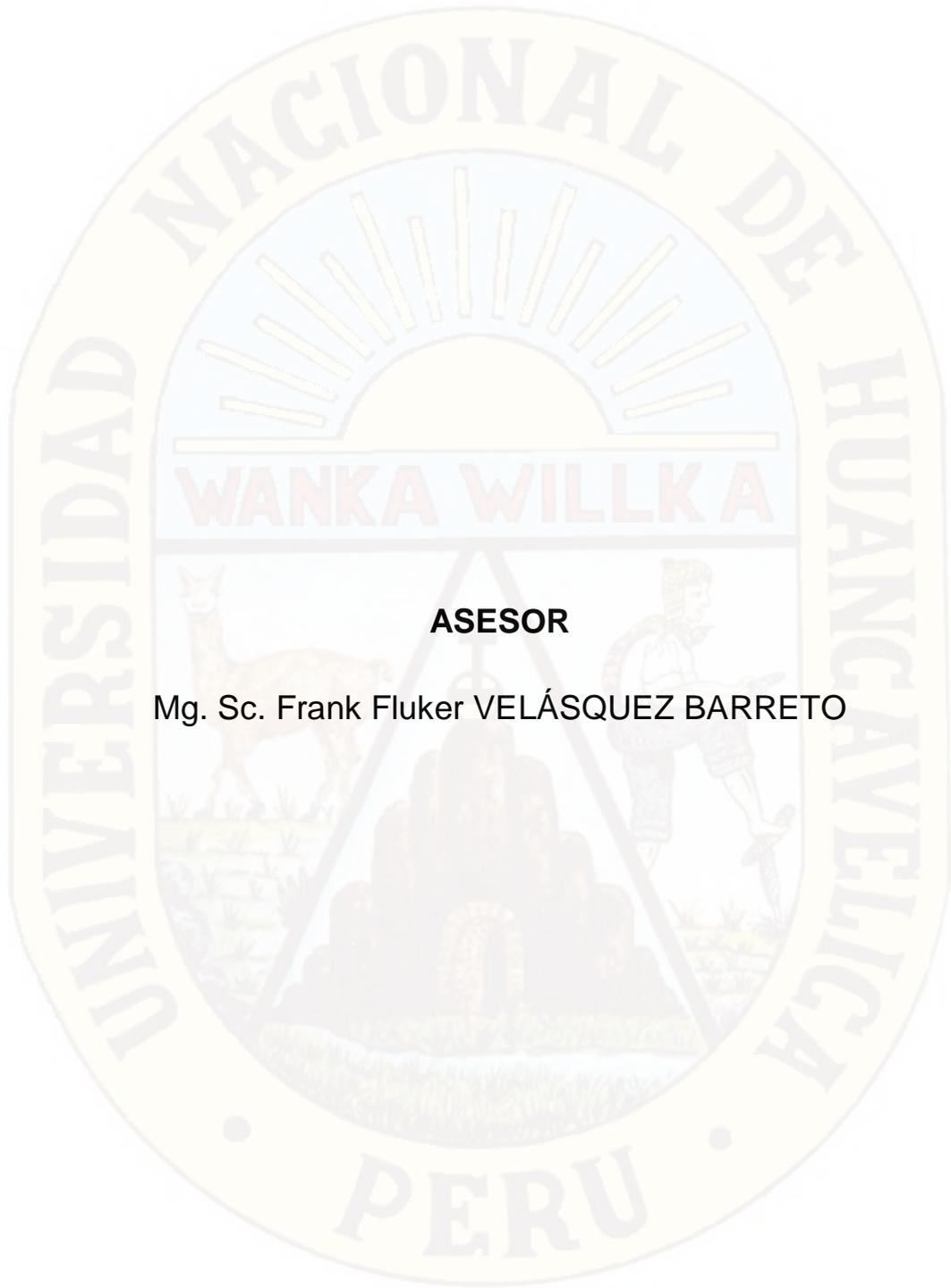
DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.


M. C. Éd. Alfonso, RUÍZ RODRÍGUEZ
Presidente

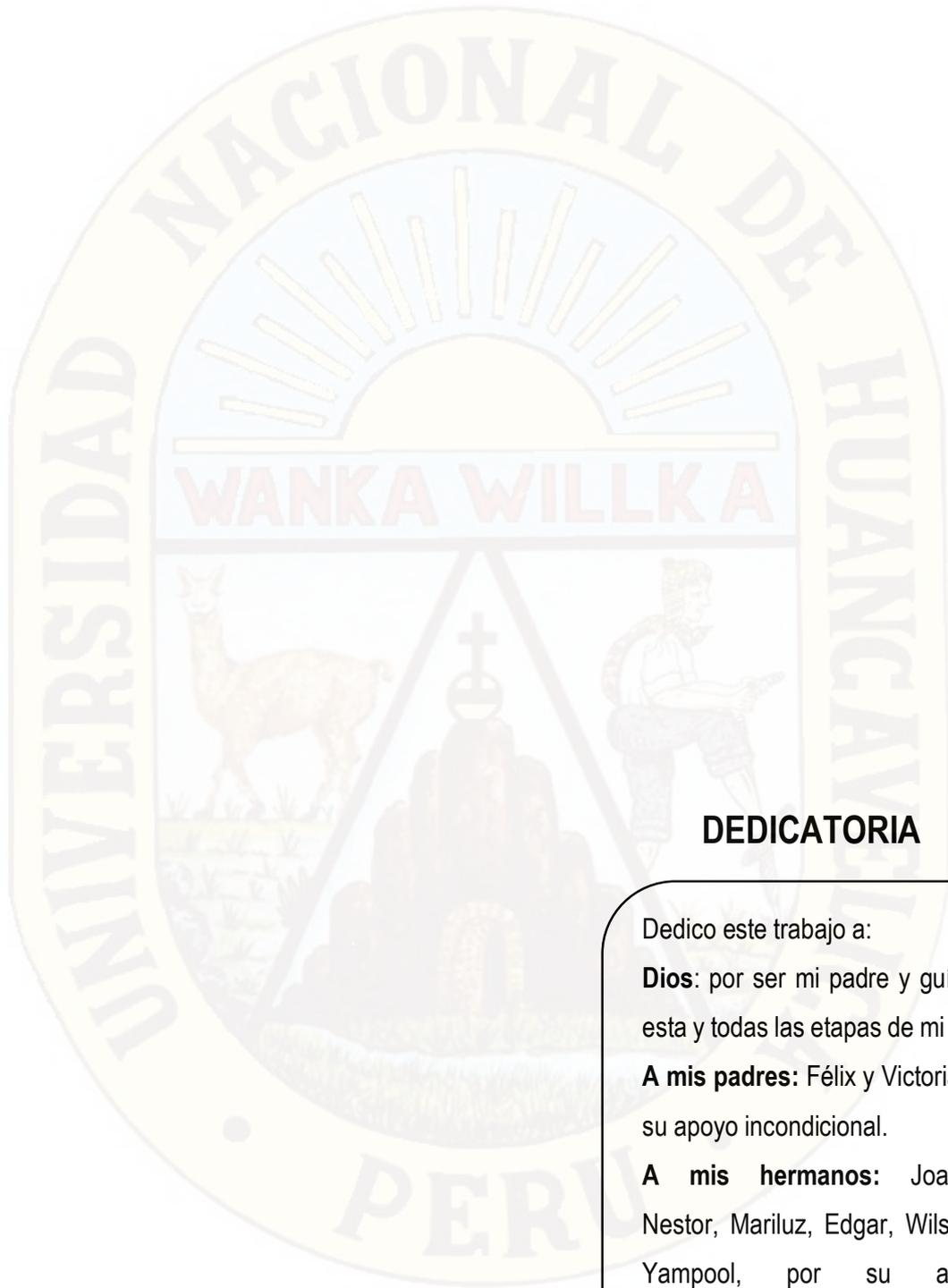

M. Sc. Roberto Carlos, CHUQUILIN GOICOCHEA
Secretario


Ing. Jimmy Pablo, ECHEVARRÍA VICTORIO.
Vocal



ASESOR

Mg. Sc. Frank Fluker VELÁSQUEZ BARRETO



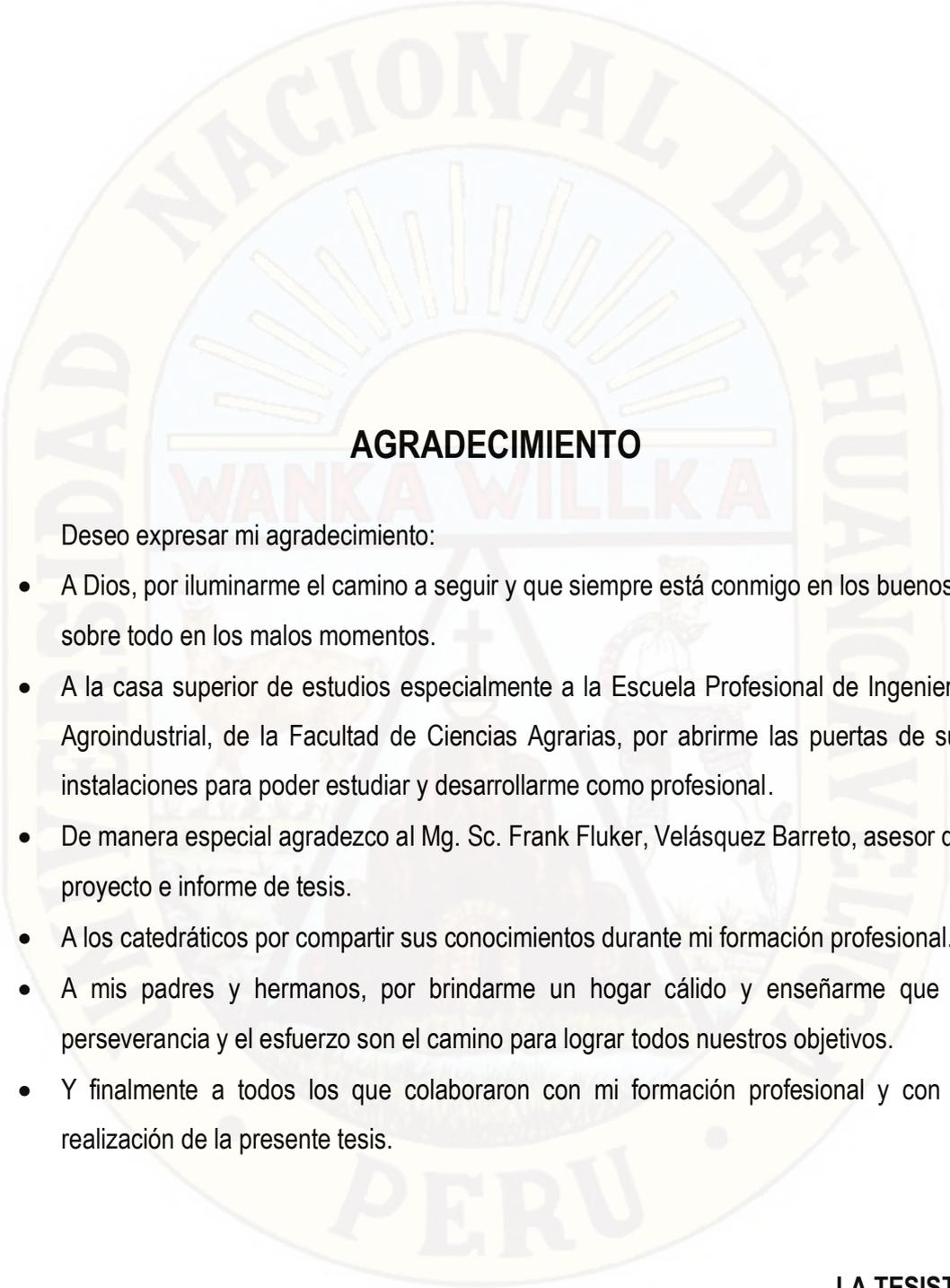
DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Dios: por ser mi padre y guía en esta y todas las etapas de mi vida.

A mis padres: Félix y Victoria por su apoyo incondicional.

A mis hermanos: Joaquín, Nestor, Mariluz, Edgar, Wilson y Yampool, por su apoyo incondicional que me brindaron para ser mejor cada día.



AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento:

- A Dios, por iluminarme el camino a seguir y que siempre está conmigo en los buenos y sobre todo en los malos momentos.
- A la casa superior de estudios especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Facultad de Ciencias Agrarias, por abrirme las puertas de sus instalaciones para poder estudiar y desarrollarme como profesional.
- De manera especial agradezco al Mg. Sc. Frank Fluker, Velásquez Barreto, asesor del proyecto e informe de tesis.
- A los catedráticos por compartir sus conocimientos durante mi formación profesional.
- A mis padres y hermanos, por brindarme un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr todos nuestros objetivos.
- Y finalmente a todos los que colaboraron con mi formación profesional y con la realización de la presente tesis.

LA TESIS TA

INDICE

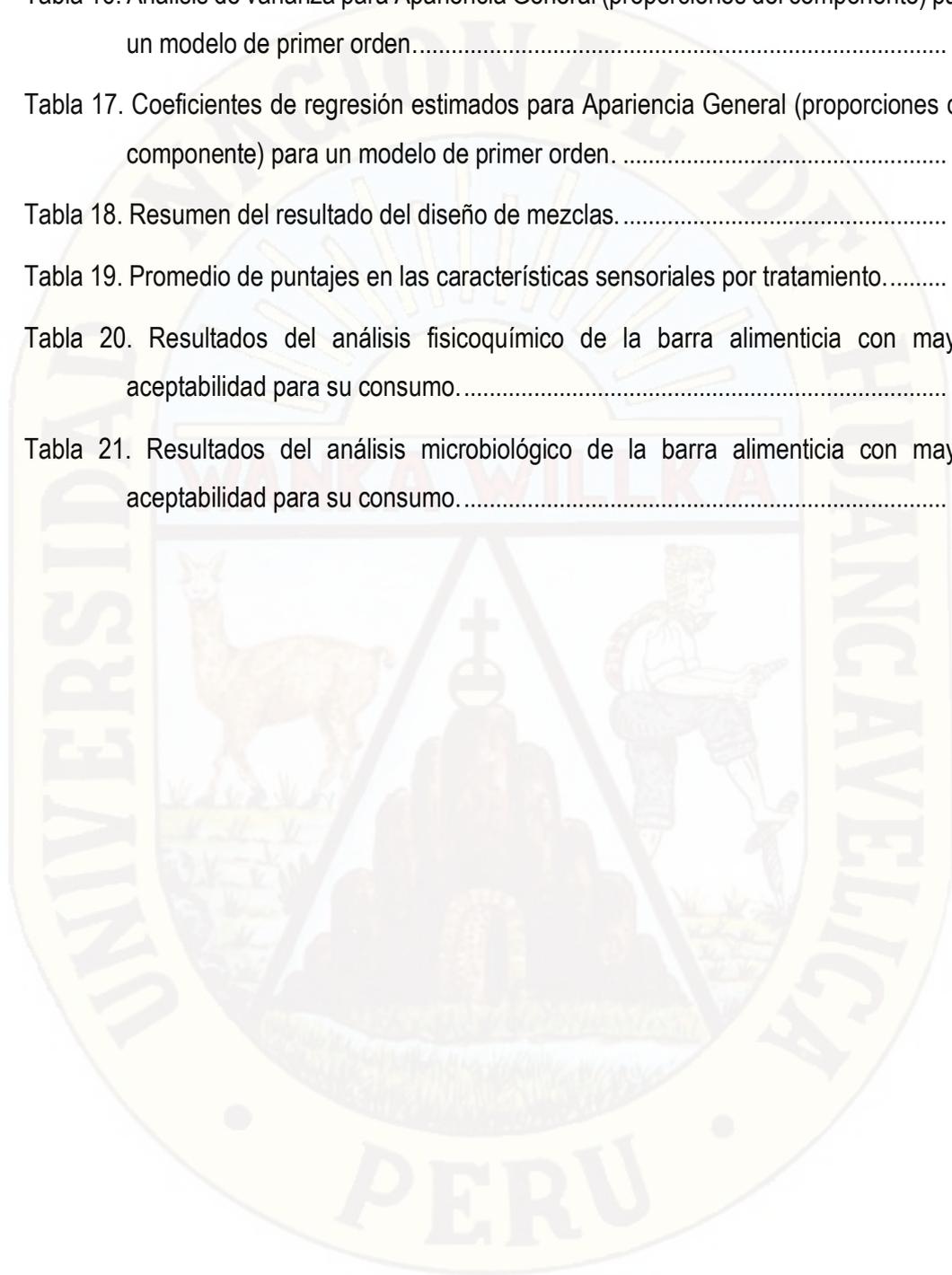
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I: PROBLEMA	15
1.1. Planteamiento del problema	15
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo General	16
1.3.2. Objetivo Específico	16
1.4. Justificación	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Bases Teóricas.....	22
2.2.1. Kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>).....	22
2.2.2. Linaza	26
2.3. Hipótesis	31
2.4. Definición de Términos	31
2.5. Variables de Estudio	32
2.5.1. Variables independientes	32
2.5.2. Variable dependiente	32
2.5.3. Variable interviniente	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	33
3.1. Ámbito del estudio	33
3.2. Tipo de investigación.....	34
3.3. Nivel de investigación	34
3.4. Método de investigación.....	34
3.5. Diseño de investigación	34
3.6. Población, Muestra, Muestreo	35
3.7. Procedimiento de Recolección de Datos	37
3.7.1. Procedimiento de obtención de las barras	37
3.7.2. Procedimiento de Evaluación Sensorial	39

3.7.3. Análisis fisicoquímico - químico proximal	39
3.7.4. Análisis microbiológico	39
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	41
4.1. Presentación de Resultados	41
4.1.1. Establecimiento de proceso de elaboración de una barra energética a base de kiwicha y linaza.....	41
4.1.2. Procedimiento de obtención de las barras.....	43
4.1.3. Resultados de Evaluación Sensorial	44
4.1.4. Resumen de los resultados del diseño de mezclas.....	54
4.1.5. Resultados promedio de las características sensoriales para los tratamientos estudiados	54
4.1.6. Resultados de Caracterización Fisicoquímica de la barra alimenticia con mayor aceptabilidad	55
4.1.7. Resultados de Caracterización Microbiológica de la barra alimenticia con mayor aceptabilidad	55
4.2. Discusión.....	56
4.2.1. Discusión sobre el resultado de olor.....	56
4.2.2. Discusión sobre el resultado de color	57
4.2.3. Discusión sobre el resultado de Sabor.....	57
4.2.4. Discusión sobre el resultado de Textura	58
4.2.5. Discusión sobre el resultado de Apariencia General	59
4.2.6. Discusión sobre la tabla resumen del diseño de mezclas	59
4.2.7. Discusión sobre la caracterización fisicoquímica de la barra alimenticia de kiwicha y linaza.....	60
4.2.8. Discusión sobre la caracterización microbiológica de la barra alimenticia de kiwicha y linaza	61
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	64
ARTÍCULO CIENTÍFICO	66
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la Kiwicha.....	23
Tabla 2. Composición química de la kiwicha por 100 g en base húmeda.....	25
Tabla 3. Aminograma y cómputo químico en diferentes especies de Amaranthus (g aa/16 g N).....	26
Tabla 4. Composición química de las semillas de linaza (referida a 100 g de producto)...	29
Tabla 5. Composición del aceite de linaza, expresada como g sobre 100 g de producto.	29
Tabla 6. Diseño experimental.	35
Tabla 7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	36
Tabla 8. Análisis de varianza para Olor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.	44
Tabla 9. Coeficientes de regresión estimados para Olor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.....	44
Tabla 10. Análisis de varianza para Color (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.	46
Tabla 11. Coeficientes de regresión estimados para Color (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.	46
Tabla 12. Análisis de varianza para Sabor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.	48
Tabla 13. Coeficientes de regresión estimados para Sabor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.....	48
Tabla 14. Análisis de varianza para Textura (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.	50
Tabla 15. Coeficientes de regresión estimados para textura (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.	50

Tabla 16. Análisis de varianza para Apariencia General (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.....	52
Tabla 17. Coeficientes de regresión estimados para Apariencia General (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.	53
Tabla 18. Resumen del resultado del diseño de mezclas.....	54
Tabla 19. Promedio de puntajes en las características sensoriales por tratamiento.....	54
Tabla 20. Resultados del análisis fisicoquímico de la barra alimenticia con mayor aceptabilidad para su consumo.....	55
Tabla 21. Resultados del análisis microbiológico de la barra alimenticia con mayor aceptabilidad para su consumo.....	55



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental de la elaboración de una barra energética a base de Kíwicha y Linaza y su efecto en las características fisicoquímico y microbiológico.	38
Figura 2. Proceso estandarizado de barras energéticas de kiwicha y linaza.....	42
Figura 3. Gráfico optimizador de respuesta para el Olor de las barras energéticas.....	45
Figura 4. Gráfico de rastreo de respuesta para el Olor de las barras energéticas.	45
Figura 5. Gráfico optimizador de respuesta para el Color de las barras energéticas.....	47
Figura 6. Gráfico de rastreo de respuesta para el Color de las barras energéticas.	47
Figura 7. Gráfico optimizador de respuesta para el Sabor de las barras energéticas.....	49
Figura 8. Gráfico de rastreo de respuesta para el Color de las barras energéticas.	49
Figura 9. Gráfico optimizador de respuesta para la Textura de las barras energéticas.	51
Figura 10. Gráfico de rastreo de respuesta para la Textura de las barras energéticas.	51
Figura 11. Gráfico optimizador de respuesta para la Apariencia General de las barras energéticas.	53
Figura 12. Gráfico de rastreo de respuesta para la Apariencia General de las barras energéticas.	53

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 01	88
Cartilla de Evaluación Sensorial	88
Evaluación Sensorial de Barras Alimenticias	88
ANEXO N° 02	89
Resultados de Evaluación Sensorial del Tratamiento 1	89
ANEXO N° 03	90
Resultados de Evaluación Sensorial del Tratamiento 2	90
ANEXO N° 04	91
Resultados de Evaluación Sensorial del Tratamiento 3	91
ANEXO N° 5	92
Resultados de Evaluación Sensorial del Tratamiento 4	92
ANEXO N° 06	93
Resultados de Evaluación Sensorial del Tratamiento 5	93
ANEXO N° 07	94
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	94
ANEXO N° 08	95
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	95

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto de la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de una barra alimenticia. Se usó un Diseño de Mezclas Centroides Simplex que, permitió determinar las cantidades de kiwicha y linaza óptimas; del 100% del producto se utilizó 50% del peso en otros insumos y 50% del peso consistió en kiwicha y linaza. Mediante una evaluación sensorial con escala hedónica, se halló que, la proporción de kiwicha y linaza no afectan significativamente las características sensoriales de la barra alimenticia en cuanto a olor, color, sabor y textura, y que tienen una correlación positiva muy débil. Por otro lado, se determinó que, la proporción de kiwicha y linaza tiene una correlación positiva débil ($R^2 = 35\%$) con la aceptabilidad general de la barra alimenticia. Las proporciones óptimas de la barra alimenticia fueron: kiwicha (1) y linaza (0). Se determinó que, las características fisicoquímicas de la barra alimenticia con aceptabilidad general óptima, están acorde con las necesidades nutricionales y fueron las siguientes: Humedad (14.64%), Proteína (7.19%), Ceniza (1.52 %), Fibra (4.18 %), Grasa (12.95%) y Carbohidratos totales (59.52 %). Así mismo, se encontró que, las características microbiológicas, cumplen con los lineamientos de calidad requeridos, y son los siguientes: Mohos (1×10), Levaduras (menor a 10), Coliformes totales (menor a 10). Se recomienda diseñar barras alimenticias con cereales de Acobamba - Huancavelica, siguiendo el procedimiento estandarizado; y, hacer un estudio de vida útil y de un sistema de envasado óptimo para su comercialización

Palabras clave: características sensoriales, fisicoquímicas, microbiológica, Kiwicha, linaza, barra energética alimenticia.

ABSTRACT

In the present investigation the effect of the proportion of kiwicha (*Amaranthus caudatus*) and linseed (*Linum usitatissimum* L.) on the sensory, physicochemical and microbiological characteristics of a food bar was evaluated. A Simplex Centroid Mix Design was used, which allowed to determine the optimal amounts of kiwicha and linseed; of 100% of the product 50% of the weight was used in other inputs and 50% of the weight consisted of kiwicha and linseed. Through a sensory evaluation with a hedonic scale, it was found that the proportion of kiwicha and linseed do not significantly affect the sensory characteristics of the food bar in terms of smell, color, taste and texture, and that they have a very weak positive correlation. On the other hand, it was determined that the proportion of kiwicha and linseed has a weak positive correlation ($R^2 = 35\%$) with the general acceptability of the food bar. The optimal proportions of the food bar were: kiwicha (1) and linseed (0). It was determined that, the physicochemical characteristics of the food bar with optimum general acceptability, are in accordance with the nutritional needs and were the following: Humidity (14.64%), Protein (7.19%), Ash (1.52%), Fiber (4.18%) , Fat (12.95%) and Total Carbohydrates (59.52%). Likewise, it was found that, the microbiological characteristics, comply with the required quality guidelines, and are the following: Molds (1×10), Yeasts (less than 10), Total coliforms (less than 10). It is recommended to design food bars with cereals from Acobamba - Huancavelica, following the standardized procedure; and, make a study of useful life and of an optimal packaging system for its commercialization

Key words: sensory, physicochemical, microbiological, Kiwicha, linseed, energy energetic bar.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se puede percibir la carencia del consumo de alimentos nutritivos ricos en: proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales que son la causa fundamental de la desnutrición en la niñez, y el consumo masivo de comida “chatarra” por parte de la juventud, ocasionando problemas serios en el aprendizaje como la falta de concentración; porque si bien es cierto la agroindustria emplea productos como de dar valor agregado a nuestros cereales, lo cual siendo una excelente alternativa, con la barra energética alimenticia.

En estos últimos años la inquietud por efectuar una investigación de carácter experimental, es debido que al consumos de los cereales como la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) tiene un alto contenido de valor nutritivo que se debe consumirse cocida para aprovechar sus nutrientes que nos pueden aportar hasta más de 428 calorías por cada 100 g. lo que hace que este alimento sea muy adecuado para deportistas, adultos mayores, niños y adolescentes y linaza (*Linum usitatissimum*) este cereal son rico en ácidos grasos de las series Omega 3, Omega 6 y Omega 9, asimismo tiene propiedades nutricionales interesantes y efectos potencialmente beneficiosos para la salud. Estas propiedades se deben a su composición química (ver tabla 1), como la gran cantidad de fibra dietética, ácidos grasos poliinsaturados y fitoquímicos como los lignanos. Un 25-30% de la semilla de linaza se compone de fibra dietética, de la cual una tercera parte es fibra soluble y el resto fibra insoluble. Ha sido demostrado que, mejora la digestión, es antiinflamatoria, disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares, regula los niveles de glucosa en sangre, etc.

Esta iniciativa surgió como respuesta a encontrar una solución a las dificultades en el consumo de productos naturales y de gran aporte de nutrientes, dándole un valor agregado como barras energéticas alimenticias, así como también mejorar la venta de estos productos. Es de gran importancia de dar a conocer a la comunidad acerca de estos cereales (kiwicha y linaza), ya que puede ser una gran alternativa para mejorar su alimentación, asimismo resaltar sus beneficios que aportan cada uno de estos cereales. Hoy en día, la población reconoce en mayor medida, llevar un estilo de vida sano, incluida una dieta, puede contribuir a reducir el riesgo de padecer enfermedades y dolencias.

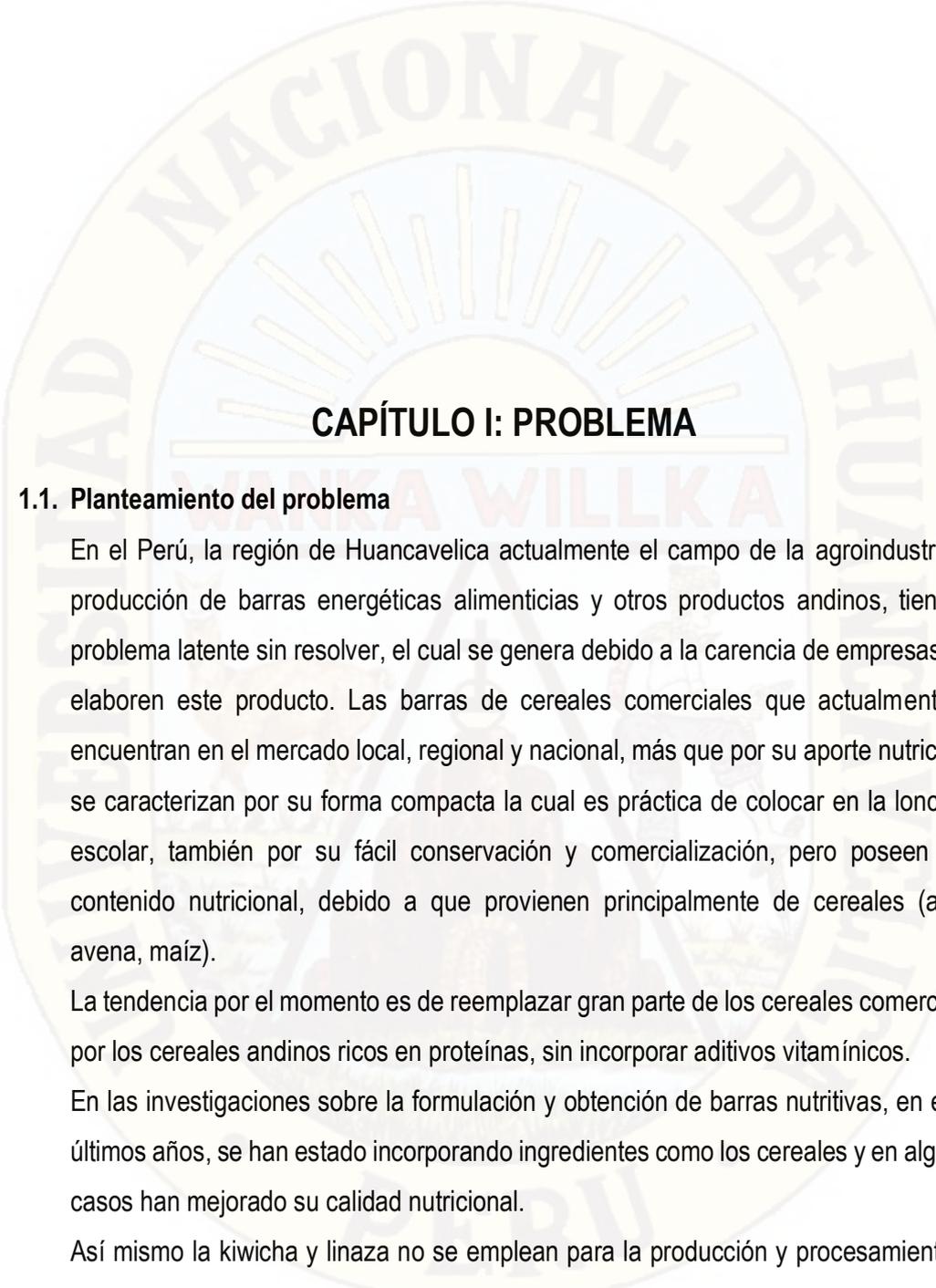
Este producto ayuda a complementar la alimentación, que permite reemplazar una fuente de energía alimenticia por carbohidratos complejos. El consumo de las barras energéticas

alimenticias tiene su origen en el año 1983 por iniciativa del corredor Brian Maxwell que las utilizaba para un mayor rendimiento antes de las competencias. 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.

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.

En nuestro país las plantas de hoja ancha, son usadas de la misma manera que los cereales, llamada pseudocereal autóctono; así como la kiwicha y la semilla de linaza, se han vuelto muy valorizados por Europa y Estados Unidos, y con este trabajo se quiere diversificar productos con una barra energética alimenticia, aumentando su participación en el consumo humano.

Por otro lado, las barras energéticas alimenticias deben satisfacer necesidades durante un esfuerzo físico, aumentar el rendimiento y ayudar a una recuperación más rápida después del ejercicio aportando energía contenida en nutrientes como carbohidratos, proteínas, grasas.

The logo of the Universidad Nacional de Huancavelica is a circular emblem. It features a central sun with rays, set against a blue background. The sun is positioned above a horizontal line. The words "UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA" are written in a circular path around the sun. Below the sun, the words "WANKA WILLKA" are written in a stylized font. The entire logo is rendered in a light, semi-transparent yellow color.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el Perú, la región de Huancavelica actualmente el campo de la agroindustria, la producción de barras energéticas alimenticias y otros productos andinos, tiene un problema latente sin resolver, el cual se genera debido a la carencia de empresas que elaboren este producto. Las barras de cereales comerciales que actualmente se encuentran en el mercado local, regional y nacional, más que por su aporte nutricional se caracterizan por su forma compacta la cual es práctica de colocar en la lonchera escolar, también por su fácil conservación y comercialización, pero poseen bajo contenido nutricional, debido a que provienen principalmente de cereales (arroz, avena, maíz).

La tendencia por el momento es de reemplazar gran parte de los cereales comerciales por los cereales andinos ricos en proteínas, sin incorporar aditivos vitamínicos.

En las investigaciones sobre la formulación y obtención de barras nutritivas, en estos últimos años, se han estado incorporando ingredientes como los cereales y en algunos casos han mejorado su calidad nutricional.

Así mismo la kiwicha y linaza no se emplean para la producción y procesamiento de estos alimentos ya que son productos que se consumen más como insumos culinarios por costumbre. Conociendo sus propiedades nutricionales de estos productos como el complejo B de la kiwicha y omega 3 y 6 de la linaza.

En la región Huancavelicana la alimentación tiene un déficit por falta de información y de recursos económicos, lo que da como resultado un mal consumo de los alimentos

llegando a causar enfermedades serias para la salud y el normal desempeño del individuo en su entorno.

Se pretende aprovechar los nutrientes de estos productos en la formulación de una barra energética.

En la actualidad es muy importante obtener productos con una composición similar al de sus materias primas, lo cual permite producir productos con un valor energético ideal para el consumo humano. Debido a las razones antes descritas se hace necesario determinar las concentraciones de la kiwicha y linaza en la elaboración de una barra energética alimenticia, además de observar el efecto de su composición y propiedades de las materias primas sobre su característica químico proximal del producto final.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la adición de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de una barra alimenticia?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de una barra alimenticia.

1.3.2. Objetivo Específico

- Determinar el efecto de la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) en las características sensoriales de una barra energética alimenticia.
- Determinar el efecto de la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) en las características fisicoquímicas de una barra energética alimenticia.
- Determinar el efecto de la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) en las características microbiológicas de una barra energética alimenticia.

- Optimizar la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas una barra energética alimenticia.

1.4. Justificación

El siguiente trabajo de investigación nace como una idea de innovación, por el aporte que nos brinda nuestra bondadosa naturaleza, entonces existe la necesidad de darle un valor agregado y tener un mejor consumo alimenticio de estos productos que se encuentran con frecuencia y en cantidad.

Lo cual con lleva a que se elabore las barras energéticas empleando cereales que aporten nutrientes en su consumo como producto nuevo ya que son un suplemento alimenticio importante que permite aportar una fuente de energía alimenticia con glúcidos, grasas, proteínas y complejos nutricionales.

El proyecto propuesto plantea una alternativa de aprovechamiento de los cereales (kiwicha y linaza) en la producción de barras nutritivas, el cual promocionará la inversión en el cultivo de estos cereales andinos altamente nutricionales, generando fuentes de trabajo, y para mejorar la nutrición de la población que lo consume.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Según Báez y Borja¹ indica que la “Elaboración de una barra energética a base de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) como fuente de Omega 3 y 6”, elaboraron una barra energética a base de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), semilla oleaginosa rica en proteína, omega-3 y 6. La barra consta de tres fases, fase 1: galleta, fase 2: mermelada y fase 3: cobertura de cereales y frutos secos. De la fase 3 se realizó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial 3², correspondiente a la combinación de 2 factores con 3 niveles cada uno (Sacha Inchi: 7%, 14% y 21% y glucosa: 15%, 20% y 25%). Los tratamientos 7 (21% Sacha Inchi y 15% glucosa) y 8 (21% Sacha Inchi y 20% glucosa), presentaron los mejores resultados de: grasa, proteína, humedad y penetrabilidad. Luego fueron analizados sensorialmente (triangular y preferencia), siendo el tratamiento 7 el escogido. El estudio de mercado mostró que a pesar de que los encuestados no están habituados a consumir barras energéticas, sí estarían dispuestos a consumir el producto denominado Sacha Snack. Se logró desarrollar un producto tipo snack como nueva alternativa dentro del mercado ecuatoriano, considerado como fuente de fibra, proteína, omega-3 y 6.

Medina-Herrera² menciona que, el “Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*)”, mediante el Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agroindustrial, Zamorano, Honduras; desarrolló una barra nutricional a base de granola y frijol rojo centroamericano. Se formularon cuatro tratamientos con 18, 20, 25 y 30% de frijol rojo variedad seda siguiendo el proceso sugerido por Escobar

1998. El estudio se desarrolló en la planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID) y el Centro de Evaluación Alimentos (CEA) de Zamorano. Se realizaron análisis sensoriales con dos grupos; el segmento dirigido a niños (6-10 años, Escuelas en Galeras, Lizapa, y El Jicarito) que calificó la aceptación mediante una escala afectiva de estímulo único. El segundo grupo (16 a 50 años), evaluó los atributos de color, aroma, sabor, textura, sabor residual, y apariencia a través de una escala hedónica de cinco puntos. Se realizaron análisis físico-químicos (humedad, actividad de agua y análisis químico proximal). Las evaluaciones sensoriales con infantes no revelaron diferencias significativas entre tratamientos. La investigación con el grupo de 16 a 50 años reporta diferencias significativas en el color y apariencia de las barras con 18 y 25% de frijol. El tratamiento con mayor aceptación general fue el formulado con 30% de la leguminosa. Químicamente el contenido de proteína en los tratamientos varió de 3 a 8% (base seca). La humedad fluctuó de 5.31 a 10.84%, mientras que la actividad de agua se reportó de 0.35 a 0.45 (25.4 – 25.5 °C) respectivamente. El contenido de cenizas varió de 1.24 a 1.63% mientras que la fibra osciló entre 9-12%. El producto desarrollado es un producto saludable considerado como buena fuente de fibra y proteína.

De la Paz³ realizó un trabajo intitulado “Elaboración de Barras Energéticas para Escolares a partir de Subproductos Industriales de Soya y Maíz” en el Programa de Alimentación Escolar del Ecuador (PAE), que ofrece a escuelas fiscales productos como complemento alimenticio que contienen un adecuado aporte de calorías, proteínas, vitaminas y minerales con el propósito de mejorar la nutrición y por consiguiente la capacidad en el aprendizaje de los niños en edad escolar. Entre los productos que el PAE distribuye se encuentra la granola en barra hecha a base de avena, la cual al ser una materia prima importada eleva el costo del producto final. El gobierno busca diversificar estos productos y por ello el presente proyecto de graduación tuvo como objetivo elaborar una barra energética manteniendo el mismo nivel calórico proteico y de aceptable calidad sensorial, utilizando materias primas como sémola de maíz, harina de arroz, harina de soya baja en grasa y el okara, que son subproductos de la industria alimenticia ecuatoriana, los cuales contienen un alto valor nutricional no aprovechado para el consumo humano. Dentro de la metodología,

se estableció las raciones recomendadas de energía y proteínas para niños en etapa escolar, se caracterizó las materias primas utilizando análisis físico-químicos bajo normas AOAC, además se empleó un diseño experimental de mezclas donde se probó el efecto de las distintas proporciones de las materias primas sobre las propiedades sensoriales de color, textura y sabor de las barras. Las mejores combinaciones se sometieron a pruebas sensoriales de aceptación con niños en la edad escolar. Finalmente se efectuó el estudio de la vida útil del producto final, empleando el método de estabilidad acelerada, se calculó el aporte calórico proteico considerando el valor energético de los macronutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos, descripción del proceso y equipos necesarios para la producción a pequeña escala y se estableció el costo de producción, de manera que se obtuvo una barra energética que brinda un significativo aporte de kilocalorías, de aceptable calidad microbiológica conforme a lo establecido en el PAE y que cuenta con un buen nivel de aceptación sensorial y de bajo costo puesto que se empleó subproductos industriales de origen local.

Ochoa-Saltos⁴ realizó un trabajo denominado “Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa apicare”, el cual se ejecutó en la empresa Apicare de la ciudad de Riobamba, en los laboratorios de Bioquímica, Alimentos, Microbiología e Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH. Aplicó un método inductivo-deductivo, para lo cual se utilizaron cereales, pseudocereales, frutos secos, semillas y miel proveniente de la empresa, se eligió dos formulaciones de barras energéticas F1: avena y quinua (10:6) y F2: avena y amaranto (10:6); al aplicar el test de consumidores dio como resultado la aceptación de ambas barras energéticas por eso se determinó el análisis bromatológico y vida útil (hongos y levaduras, pruebas sensoriales, oxidación lipídica y ecuación de Arrhenius) de las dos formulaciones. Obteniéndose así para F1 humedad 8.5%, proteína 5.8%, grasa 16.4%, ceniza 1.9%, fibra 3.6%, carbohidratos 63.8%, un valor calórico de 1784 kJ y F2 con humedad de 7.3%, proteína 6.1%, ceniza 1.9%, grasa 19.4%, fibra 4.4%, carbohidratos 60.9% y valor calórico de 1855 kJ, y una vida útil de 5 meses. Se llega a la conclusión que este producto tiene buena calidad sanitaria, son energéticas por su alto contenido de carbohidratos y cumple con los requerimientos nutricionales siendo así apto para su consumo. Se recomienda que las barras energéticas sean consideradas como

suplemento alimenticio e ingeridas por personas físicamente activas ya que su aporte calórico es alto.

Ramos-Díaz⁵ en su trabajo “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”, tuvo como objetivo principal brindar la cantidad adecuada de nutrientes, que proporcionen la energía necesaria para terminar la actividad deportiva con éxito y tener una recuperación rápida y efectiva. En los deportes de aventura la alimentación no es menos importante, se requiere una porción considerable de proteína y una dosis extra de energía, es por esta razón, en muchos países del mundo se han desarrollado varios complementos nutricionales energéticos. El problema que existe con estos alimentos es que tienen una gran cantidad de aditivos artificiales, además de que no se adaptan a la realidad nutricional ni cultural de los deportistas ecuatorianos. De esta manera se propone la elaboración de una barra energética con quinua y amaranto, que además de ser fuente de proteína de alto valor biológico, son productos andinos que están siendo recuperados y tienen un potencial agroindustrial importante. Para el desarrollo de este producto, se elaboró tres formulaciones, las mismas que fueron sometidas a la opinión de tres grupos de deportistas de aventura de la ciudad de Riobamba, para determinar el grado de satisfacción de cada una de ellas y escoger la formulación más aceptada. La formulación escogida es la que contiene uvilla, ingrediente que le da la característica de sabor agridulce, el producto fue sometido a los correspondientes análisis químicos, dando un total de 160kcal para una barra de 40 g, con un aporte de 4.2 g de proteína, 2.7 g de grasa, 3.1 g de fibra, 29.6 g de carbohidratos. Valores significativamente superiores a los que presentan algunas de las barras de cereal presentes en el mercado local.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)

A. Origen

Es una de las plantas más antiguas de América, además de ser muy importante en la antigüedad. Se cultivaba desde el año 5,000 A.C. aproximadamente. Esta planta es originaria de México, luego fue trasladada a otros países. Los antiguos consideraban como un cultivo de alto rendimiento y de alto poder curativo, los aztecas como parte de sus tradiciones y ceremonias religiosas, por el vigor que proporcionaba; pero, durante la conquista española, casi se extinguió. Luego, en la década de los 70 la Kiwicha resurgió con una serie de proyectos e investigaciones en universidades y centros de investigación. Junto con la quinua y otros cultivos andinos, tiene alto contenido proteínico, fue una de las plantas alimenticias que consumieron los cazadores y recolectores de Norte América y los Andes antes de la domesticación de la planta en Mesoamérica, fue gradual y Mac Neish en sus excavaciones en Puebla (México) encontró *Amaranthus* junto con maíz y frijol en este proceso de domesticación. El *Amaranthus* de las cuevas de Tehuacán en Puebla data de 4000 años A.C. en tanto que la fecha más antigua en América del Sur es de 2000 años y viene de urnas funerarias de Salta (Argentina)⁵.

B. Descripción de la Planta

La Kiwicha es una especie anual, parecida en su forma a la quinua, que alcanza gran desarrollo y elevada altura en suelos fértiles, en algunos casos hasta 2,60 metros. Su ciclo vegetativo es de aproximadamente 180 días para las condiciones del valle del Vilcanota en el Cusco, El color del tallo es variable, va desde un color blanco-amarillento al rojo granate. Las hojas son romboides, lisas y de escasa o nula pubescencia; las nervaduras son prominentes. Las flores una vez producido el polen se cierran y se caen; en las flores estaminadas hay cinco estambres de filamentos delgados y largos terminados en anteras que se abren en dos

sacos; el fruto es un pixidio cubierto por una cápsula que lo contiene y que se abre transversalmente; la semilla es circular vista por encima y lenticular vista de costado, de 1 a 1,5 centímetros de diámetro y 0,5 milímetros de espesor, de diversos colores: blanco lechoso, blanco amarillento, dorada, rosada, roja o negra; la mayor parte de la semilla está ocupada por el embrión que se arrolla en círculo⁶.

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la Kiwicha.

Reino	Plantae (Vegetal)
Sub – reino	Antofita (Fanerógamas)
División	Spermatofhyta (espermatofita)
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledónea
Orden	Centrospermales
Familia	Amarantaceae
Genero	Amaranthus
Especie	<i>Amaranthus caudatus</i>
Nombre científico	<i>Amaranthus caudatus</i>

Fuente: Cardozo y Tapia⁶.

C. Composición Química y Valor Nutritivo

La composición química del *Amaranthus* reportado por diferentes autores. 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 ceniza⁷. El contenido de proteínas en el grano es elevado (12-16 %) con un óptimo balance de aminoácidos mientras que el maíz alcanza únicamente el 10 %¹². Por otro lado, menciona que, la proteína se encuentra en todos los tejidos de los grupos de cereales existiendo mayores concentraciones en el embrión, y capa de aleurona que, en el endospermo, pericarpio y testa⁶.

La proporción de proteínas en los amarantos se equipara favorablemente con los otros aminoácidos⁸. En cuanto al contenido de lípidos la kiwicha contiene altos niveles en comparación con otros cereales convencionales un valor típico es de 7,6% por consiguiente tiene una mayor densidad energética⁹. El almidón es el componente más abundante en la kiwicha, contiene aproximadamente 62% del peso total del grano comparando los gránulos de almidón de la kiwicha, es más pequeño que el del trigo¹⁰. El almidón del amaranto está constituida principalmente por amilopectina con solo (5-7%) de amilosa, que el almidón de trigo (20%) así la capacidad de almidón por hincharse cuando se mezcla con agua es mucho más baja que la del trigo¹¹. Los elementos inorgánicos más importantes en la kiwicha son el sodio, potasio, calcio, hierro, fósforo, magnesio y otros elementos aunque en cantidades pequeñas son indispensables para la vida. El contenido de vitaminas de la kiwicha es similar a la quinua con excepción del ácido ascórbico que en promedio contiene una mayor proporción. El valor nutritivo de la kiwicha es indiscutible, diversos estudios realizados han comprobado su alta calidad proteica en relación a otros cereales, así como su riqueza en grasas y otros componentes. El amaranto con pequeños porcentajes (utilización de no más de 20 %) de proteínas puede servir como complemento importante de algunos cereales, compensando su deficiencia en leucina que se encuentra en exceso en estos cereales¹².

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

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

Fuente: Cardozo y Tapia⁶.

Tabla 3. Aminograma y cómputo químico en diferentes especies de *Amaranthus* (g aa/16 g N).

Aminoácidos	Amaranthus					P.	PP.
	Caudatus		Cruentus	Hipocho	Edulis	FAO	Es. FAO
	a.	a.1	B	C	D	E	F
Isoleucina	3,5	3,2	--	--	4,1	4	2,8
Leucina	5,4	5,4	5,5	5,6	6,3	7	6,6
Lisina	6,4	6,0	5,4	5,6	5,9	5,4	5,8
Fen + Tir	7,2	6,4	6,7	7,2	8,1	6,1	6,3
Met + Cis	4,8	6,1	4,2	4,5	4,9	3,5	2,5
Treonina	3,6	3,3	3,2	3,4	4,0	4	3,4
Triptófano	1,2	1,1	-	--	1,1	1,0	1,1
Vallina	4,6	3,8	4,3	4,2	4,7	5	3,5
Cómputo							
Químico	84,6		--	--	73	100	100
1er. AA.Lim	Leu	Leu	Leu	Leu	Leu	--	--

Fuente: Cardozo y Tapia⁶.

2.2.2. Linaza

A. Origen

La linaza se ha reconocido desde tiempos prehistóricos, en Asia, norte de África, y Europa como una fuente de alimentos y su cultivo, destinado a la obtención de alimentos y fibra, es muy antiguo. Actualmente se le cultiva en alrededor de 50 países, la mayoría de los cuales están en el hemisferio norte. Canadá es el principal productor, seguido por China, Estados Unidos e India. La producción en Chile es muy pequeña y la mayoría de lo que se consume, ya sea como suplemento dietético o como ingrediente para repostería, se importa desde Canadá⁶. Históricamente, la producción de linaza se orientó hacia la producción de aceite de uso industrial; sin embargo, actualmente hay un nuevo interés por consumir la semilla molida debido a su potencial beneficio para la salud. Aunque hay importante evidencia que respalda el consumo de linaza,

mucha gente aún desconoce las ventajas de su consumo y sus posibles aplicaciones en alimentos^{13, 14}.

B. Descripción

La linaza o semilla del lino (*Linum usitatissimum* L.) es rica en compuestos que se cree que proporcionan beneficios a la salud humana (ácido α -linoléico, lignanos y polisacáridos diferentes al almidón) y que se han propuesto que, a través de su efecto anti hipercolesterolémico, anti-carcinogénico, y controlador del metabolismo de la glucosa, pueden prevenir o reducir el riesgo de varias enfermedades importantes que incluyen la diabetes, el lupus, la nefritis, la aterosclerosis y los cáncer dependientes de hormonas^{13, 14}.

Flores de hasta 3 cm de diámetro, con color azul fuerte reunidas en racimos muy sueltos. Frutos (linaza) de hasta 1 cm. Cultivada hace tiempo como planta textil y para aprovecharse de sus semillas. Hoy se puede encontrar como planta naturalizada en algunos lugares secos, ricos en residuos orgánicos. La linaza es la fuente más rica de Omega 3, ácidos grasos (ácido α -linolenico)¹⁵. Este ácido grasoso es esencial y nuestros cuerpos no lo producen pero lo necesita, entonces lo recibe de nuestra dieta. A la dieta promedio Americana le falta esta grasa sanadora, la linaza amarilla es única porque 48 % de su grasa contiene Omega-3, ácidos grasos necesarios para el crecimiento y desarrollo infantil, especialmente importante en la formación del sistema nervioso saludable y ayuda al sistema nervioso a funcionar bien. Las grasas de omega 3 también son importantes en modificar la respuesta inflamatoria del cuerpo, siendo de mucha ayuda para el tratamiento de enfermedades como alergias, asma, artritis y eczema. Algunos estudios han mostrado que las grasas o los aceites de omega 3 pueden bajar la alta presión de sangre y el colesterol¹⁶.

C. Características beneficiosas de la linaza

La linaza es una pequeña semilla proveniente de la planta de lino con sorprendentes propiedades benéficas para la salud. Estas propiedades se deben a su gran cantidad de fibra dietética, ácidos grasos poliinsaturados y fitoquímicos como los lignanos. Un 40% de la linaza se compone de fibra

dietética de la cual una tercera parte es fibra soluble y el resto fibra insoluble. Ambas son importantes para mantener un sistema digestivo saludable al promover el movimiento intestinal (especialmente beneficioso para personas que sufren de constipación) y beneficiar el sistema cardiovascular al disminuir el nivel de colesterol malo en la sangre. Por consiguiente reduciendo el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares, muy comunes hoy en día en América debido a la falta de fibra y grasas poliinsaturada en las dietas de las personas. Entre los ácidos grasos esenciales o grasas poliinsaturadas encontramos los ácidos grasos oléicos (Omega 9) ácidos grasos linoléicos (Omega 6) y ácidos grasos alfa linolénicos (Omega 3). Los más importantes de estos que son los Omega 3, estos comprenden el 78% del total de las grasas poliinsaturadas en la semilla de linaza. Por cada 100 gramos de linaza hay 22 gramos de ácido graso alfa linolénico (AAL) Omega 3. Una vez ingeridos los Omega 3 son transformados en otros tipos de omega tres: ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA). Estos se comúnmente se encuentran en el aceite de pescado. Los Omega 3 conforman parte del colesterol bueno que es de más alta densidad que el colesterol malo el cual se deposita en las paredes de las arterias¹⁶.

D. Uso industrial de la linaza

El lino se ha cultivado desde la antigüedad para la extracción de las fibras y aceite. El aceite se utiliza fundamentalmente en la industria de pinturas y barnices por su capacidad de secado rápido, lo que conlleva la formación de una capa protectora de los factores ambientales¹⁶.

E. Composición química de la linaza

La composición química de la linaza se recoge en la tabla 4. No obstante, hay que señalar que esta composición depende de factores como la variedad, la zona de producción, la época en que se cultiva, etc.¹⁶:

- AGS: ácidos grasos saturados
- AGM: ácidos grasos mono insaturados
- AGP: ácidos grasos poliinsaturados.

Tabla 4. Composición química de las semillas de linaza (referida a 100 g de producto).

Energía (kcal/kJ)	Grasas (g)	AGS (g)	AGM (g)	AGP (g)	Proteínas (g)	CHO's (g)	Fibra (g)	Magnesio (mg)	Calcio (mg)
492-699 / 2.059	34,0-47,8	3,2	6,9	22,4	19,5-23,7	34,3	25,8-27,9	362	199

Fuente: Aguirre¹⁷.

Tabla 5. Composición del aceite de linaza, expresada como g sobre 100 g de producto.

Ácidos Grasos Saturados			Ácidos Grasos Mono Insaturados		Ácidos Grasos Poliinsaturados	
Mirístico	Palmítico	Estearico	Palmitoleico	Oleico	Linoleico	α-linolenico
0	1,8-5,3	1,4-4,1	0	20,1-27,7	12,7-22,4	53,3-57,3

Fuente: Aguirre¹⁷.

F. Proteínas

El contenido de proteínas de la mayoría de los cultivares de linaza fluctúa entre 22,5 y 31,6 g/100 g. Las condiciones de procesamiento (descascarado o desgrasado) afectan el contenido de proteínas del producto derivado de la linaza. La cáscara tiene menores contenidos de proteína, por lo que, la harina sin cáscara y desgrasada tiene un alto contenido proteico. Como en muchas otras semillas, el contenido de globulinas es mayoritario, llegando al 77% de la proteína presente, en tanto que el contenido de albúminas representa al 27% de la proteína total. La proteína de linaza es relativamente rica en arginina, ácido aspártico y ácido glutámico; los aminoácidos limitantes son lisina, metionina y cisteína^{17, 18}.

G. Lípidos

El aceite, que constituye el componente principal de la linaza (35 a 43 g/100g base materia seca) ha sido por años el objetivo principal del procesamiento de esta semilla. La torta remanente de la extracción de aceite (55%), todavía se

considera en algunas partes como un subproducto de bajo valor^{13, 18}. Los cotiledones son el principal tejido de almacenamiento de aceite, el que está constituido principalmente (98%) por triacilgliceroles y se encuentra en glóbulos de aceite de 1,3 μm de diámetro. También en la fracción lipídica se encuentra un 0,9 % de fosfolípidos y un 0,1% de ácidos grasos libres. Aunque la cáscara es relativamente pobre en lípidos (22%), su aceite es rico en ácido palmítico¹⁷.

H. Hidratos de Carbono

La linaza contiene muy pequeñas cantidades de azúcares solubles (1 a 2g/100g). La mayoría de los hidratos de carbono presentes en esta especie, pertenecen al grupo de la fibra dietética. Se destaca entre otros granos por ser una excelente fuente de fibra dietética soluble e insoluble, la que en total puede llegar hasta 28 % del peso seco de la semilla. La relación entre fibra soluble e insoluble fluctúa entre 20:80 y 40:60. En la fracción soluble, se encuentra un hidrocoloide conocido como mucílago (8 % del peso de la semilla). Existe muy poca información de la variación del contenido de fibra dietética entre variedades y según las condiciones de cultivo¹².

I. Compuestos bioactivos de la linaza y beneficios de su consumo

La semilla de linaza contiene diversos compuestos que pueden ofrecer beneficios para la salud tales como reducción del riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares, mitigación de los efectos de la diabetes, patologías renales, obesidad, cáncer de colon y recto, reducción del nivel de colesterol sérico y promoción de la evacuación intestinal. Entre ellos, es importante destacar a la fibra dietética, los lignanos, el aceite y las proteínas^{14, 17}.

J. Fibra dietética

La fibra dietética está constituida por diferentes polisacáridos que incluyen a la celulosa, hemicelulosas, pectinas, β -glucanos y gomas. Los efectos fisiológicos de la fibra dietética se relacionan con sus propiedades fisicoquímicas y tecnológicas, como capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento, viscosidad, formación de gel, capacidad de ligazón de sales

biliares, las que son más útiles en la comprensión del efecto de la fibra dietética que la composición química por si sola¹⁸.

K. Lignanos

La linaza es la fuente alimenticia más rica en los precursores de lignanos, diglucósido de secoisolariciresinol (SDG) y materesinol, los cuales son fitoestrógenos que por acción del ácido gástrico y de la glucosidasa bacteriana (de aeróbicos facultativos del género *Clostridia*) del tracto digestivo, se transforman en enterolactona y enterodiol, respectivamente, conocidos como lignanos de los mamíferos. Estos últimos poseen mayor capacidad antioxidante que sus precursores. También se encuentran presentes en la linaza otros lignanos, como el lariciresinol, hinoquinina, arctigenina, ácido divainillin tetrahidrofurano nordihidroguayarético, isolariciresinol y pinoresinol. El contenido de lignanos en la linaza está muy influenciado por factores genéticos y en menos grado por las condiciones ambientales¹⁸.

2.3. Hipótesis

Ha: Las proporciones de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) influyo en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de una barra alimenticia.

Ho: Las proporciones de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) no influirán en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de una barra alimenticia.

2.4. Definición de Términos

- **Características organolépticas:** Propiedades de los productos alimenticios que se puede precisar por los sentidos.
- **Juez semi-entrenado o de laboratorio:** se trata de personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad.
- **Composición fisicoquímico - químico proximal:** comprende métodos de análisis básicos que permiten identificar la cantidad de nutrimentos que componen

a un alimento, como son humedad, cenizas, proteína y grasa. La práctica de estos métodos varía según el alimento a analizar.

2.5. Variables de Estudio

2.5.1. Variables independientes

Porcentajes de las materias primas para las mezclas:

X₁: Kiwicha = 50%

X₂: Linaza = 0%

2.5.2. Variable dependiente

Características sensoriales (olor, sabor, color y apariencia general), características fisicoquímicas (análisis químico proximal, entre otros), características microbiológicas (análisis microbiológico).

- Y₁= Características sensoriales
- Y₂= Características fisicoquímicas
- Y₃= Características microbiológicas

2.5.3. Variable interviniente

Porcentaje del resto de insumos.

- Cocco rallado = 6.5 %
- Miel = 26.3 %
- Almendras = 10 %
- Mantequilla = 6 %
- Sal = 1 %
- Esencia de coco = 0.2 %

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. **Ámbito del estudio**

El área de influencia del proyecto fue en la Provincia de Acobamba, Región de Huancavelica. La producción de las barras energéticas alimenticias y la evaluación sensorial se hizo en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica. Los análisis fisicoquímicos se realizó en el laboratorio LABICER (laboratorio #12), Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería y el análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú – Huancayo – Junín¹⁹.

Ámbito de Estudio: Acobamba

Ubicación política:

Lugar : Común Era
Distrito : Acobamba
Provincia : Acobamba
Región : Huancavelica

Ubicación geográfica:

Latitud Sur : 11°59' 10".
Longitud Oeste : 74° 34' 40" y 75° 48' 30". Entre meridianos
Altitud : 3660 m.s.n.m.

Factores climáticos:

Precipitación pluvial : 800 mm promedio anual

Temperatura promedio: 16,2 °C

Humedad relativa : 53 %

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo aplicada, ya que, busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación²⁰.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación en el presente trabajo fue experimental, ya que, se manipularon variables independientes como la proporción de kiwicha y linaza, para medir variables dependientes como las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas²⁰.

3.4. Método de investigación

El método de investigación utilizado fue el método hipotético –deductivo. El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos²⁰.

3.5. Diseño de investigación

En el trabajo de investigación se realizó en relación al Diseño de Mezclas Centroides Simplex que, permitió determinar las cantidades de kiwicha y linaza que permitan las características óptimas en estudio. Se utilizó 50% de la mezcla total en otros insumos y el otro 50% de la mezcla total consistió en kiwicha y linaza. Los niveles de kiwicha y linaza, variaron entre dos niveles bajo y alto, siendo 1 y 0, respectivamente. El diseño obtenido en el software Minitab versión 16, es el siguiente:

Tabla 6. Diseño experimental.

Tratamiento	Orden de Corrida	Kiwicha	Linaza
1	5	0.25	0.75
2	2	0	1
3	1	1	0
4	4	0.75	0.25
5	3	0.50	0.50

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Población, Muestra, Muestreo

3.6.1. Población

En el presente trabajo de investigación, la población objetivo fue conformada por 3000 g. de barra energética alimenticia elaboradas en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, sede en la provincia de Acobamba, de la Universidad Nacional de Huancavelica.

3.6.2. Muestra

La muestra fue constituida de acuerdo a los análisis a realizarse: Evaluación sensorial: la muestra consistió en 9,5 g. para cada panelista y se dio a 30 jueces semi entrenados que el total de muestra para los 5 tratamientos fue 2250 g.

Evaluación fisicoquímica: se usó 250 g. de muestra de barra alimenticia por tratamiento para determinar los parámetros.

Evaluación microbiológica: se usó 250 g. de muestra de barra alimenticia por tratamiento para determinar los parámetros.

3.6.3. Muestreo

Se empleó un muestreo aleatorio, y se codificó cada muestra con números al azar para la evaluación sensorial, de esa manera obtener las respuestas más confiables.

3.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el presente trabajo de investigación la técnica e instrumentos para la recolección de datos se utilizó lo siguiente:

Tabla 7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnica	Instrumentos	Recolección de datos
Observación directa	Ficha de observación.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de Kiwicha • Cantidad de linaza • Características
Recolección de información	Libros y formatos impresos.	<ul style="list-style-type: none"> • Características nutricionales de la kiwicha y linaza
Evaluación sensorial.	Ficha de evaluación sensorial, para determinar la aceptabilidad de la Barra Alimenticia.	<ul style="list-style-type: none"> • Olor • Sabor • Color • Textura • Apariencia general • Proteína. • Carbohidratos
Análisis fisicoquímico - Químico Proximal	Equipo de laboratorio equipado.	<ul style="list-style-type: none"> • Fibra • Ceniza • Humedad • Grasa
Análisis microbiológico	Equipo de laboratorio equipado.	<ul style="list-style-type: none"> • Coliformes • Levaduras • Mohos

Fuente: Elaboración propia.

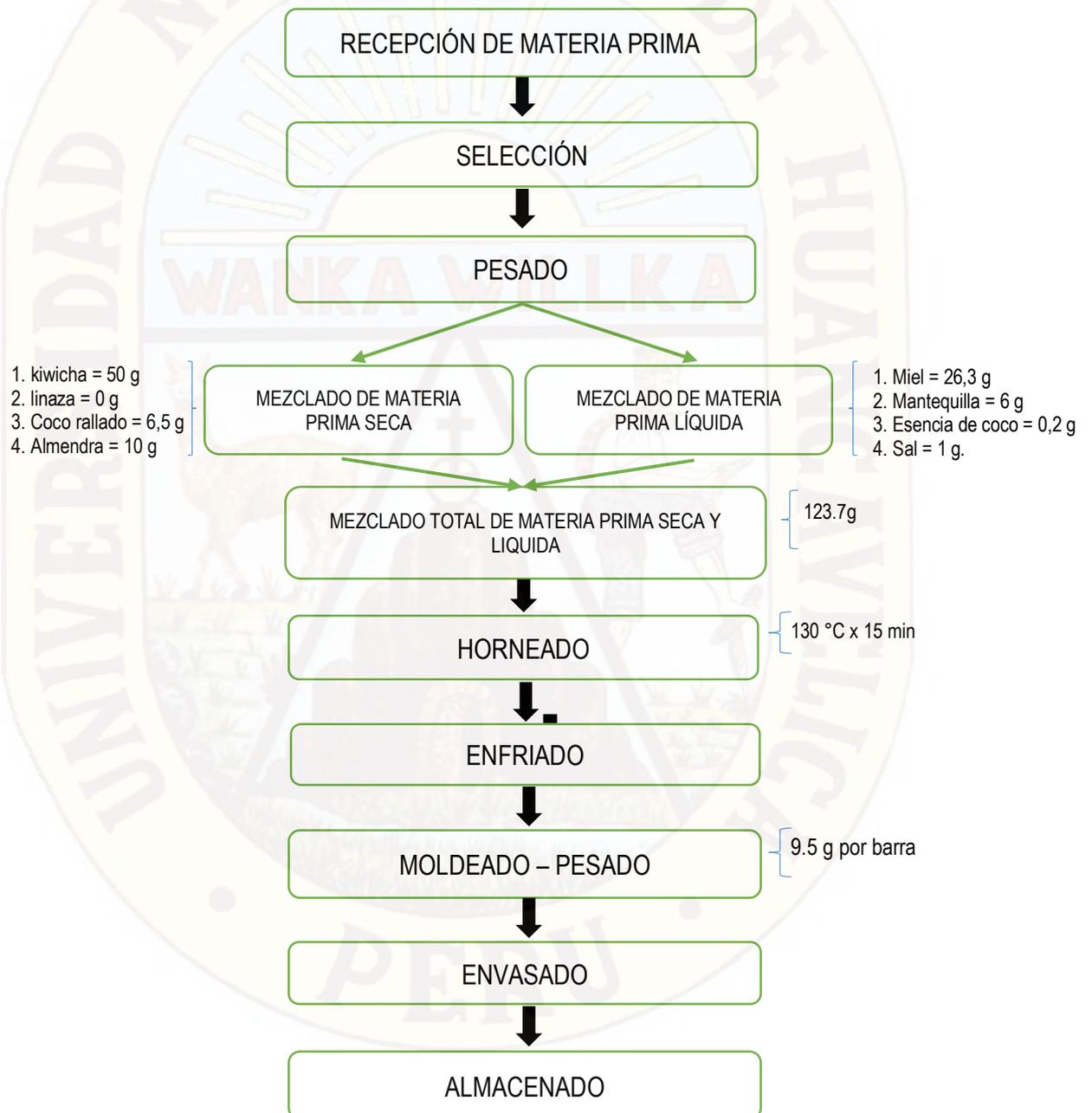
3.7. Procedimiento de Recolección de Datos

3.7.1. Procedimiento de obtención de las barras

- **Recepción:** Este es el primer procedimiento en la cual la materia prima fue comprada de los acopiadores de granos de la provincia de Acobamba.
- **Selección o clasificación:** Este procedimiento es considerado como uno de los puntos críticos y tener cuidado para poder quitar las semillas en mal estado, escogen solo las semillas de kiwicha y linaza y así puede quedar limpia y bien seleccionada ya que estos vienen mezcladas con otras semillas y desperdicios.
- **Pesado:** Los granos seleccionados son pesados para sacar la proporción de mezcla de las materias primas secas y líquidas y así realizar el mezclado.
- **Mezclado de las materias primas secas - líquidas:** En este procedimiento primero se unió los cereales secos y apartes en otro recipiente los insumos líquidos para así luego poder unir todo así llevar al horno la mezcla.
- **Cocción - horneado:** Este procedimiento consistió en elevar de temperatura a una temperatura a 130°C x 15 minutos una vez hecha la mezcla de las materias primas secas y líquidas así adquirir la barra energética alimenticia.
- **Enfriado:** Este proceso se realiza al retirar la barra energética alimenticia del horno y espera a que se pueda enfriar donde debe de llegar a una temperatura ambiente (22°C).
- **Cortado – pesado:** Este procedimiento es considerado otro de los puntos críticos y tener cuidado al realizar los cortes de forma rectangular $10\text{cm} \times 2.5\text{cm}$ aproximadamente y un peso de 39 g cada barra energética alimenticia.
- **Envasado:** El procedimiento de envasado se considera un punto crítico ya en el momento de envasar y tener cuidado en que pueda ocurrir alguna alteración para cada barra energética alimenticia.

- **Almacenado:** El producto se debe de almacenar en un lugar fresco y seco.

Figura 1. Esquema experimental de la elaboración de una barra energética a base de Kiwicha y Linaza y su efecto en las características fisicoquímico y microbiológico.



3.7.2. Procedimiento de Evaluación Sensorial

Esta evaluación fue realizada con 30 personas de 17- 26 años de edad, alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica, utilizando el formato de evaluación sensorial de categorización cuantitativa relativa de 0 - 10 puntos, donde el máximo agrado correspondió a 10 puntos y el máximo desagrado a 0 punto²¹. Pevio a las evaluaciones, a los alumnos durante dos semanas con los diferentes tratamientos de la barra, en horarios de refrigerio, con el propósito que ésta les fuese familiar al momento de la evaluación así se logró determinar cuál de los tratamientos tiene mayor aceptabilidad.

3.7.3. Análisis fisicoquímico - químico proximal

El análisis fisicoquímico - químico proximal se realizó al tratamiento con mayor aceptabilidad así se pudo determinar el porcentaje de:

- Humedad por el método AOAC 934.01.
- Proteínas totales por el método NTE INEN 16.
- Cenizas por el método AOAC 923.03.
- Fibra por el método WEENDE (Análisis proximal).
- Grasa por el método NTE INEN 523.
- Carbohidratos fue calculado por un cálculo por diferencia.

Estos análisis se realizaron en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

3.7.4. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó al tratamiento con mayor aceptabilidad así se pudo determinar los porcentajes de:

- Mohos (UFC/g.) por el método AOAC 2000.
- Levaduras (UFC/g.) por el método AOAC 2000.
- Coliformes totales (UFC/g): por el método AOAC 2000.

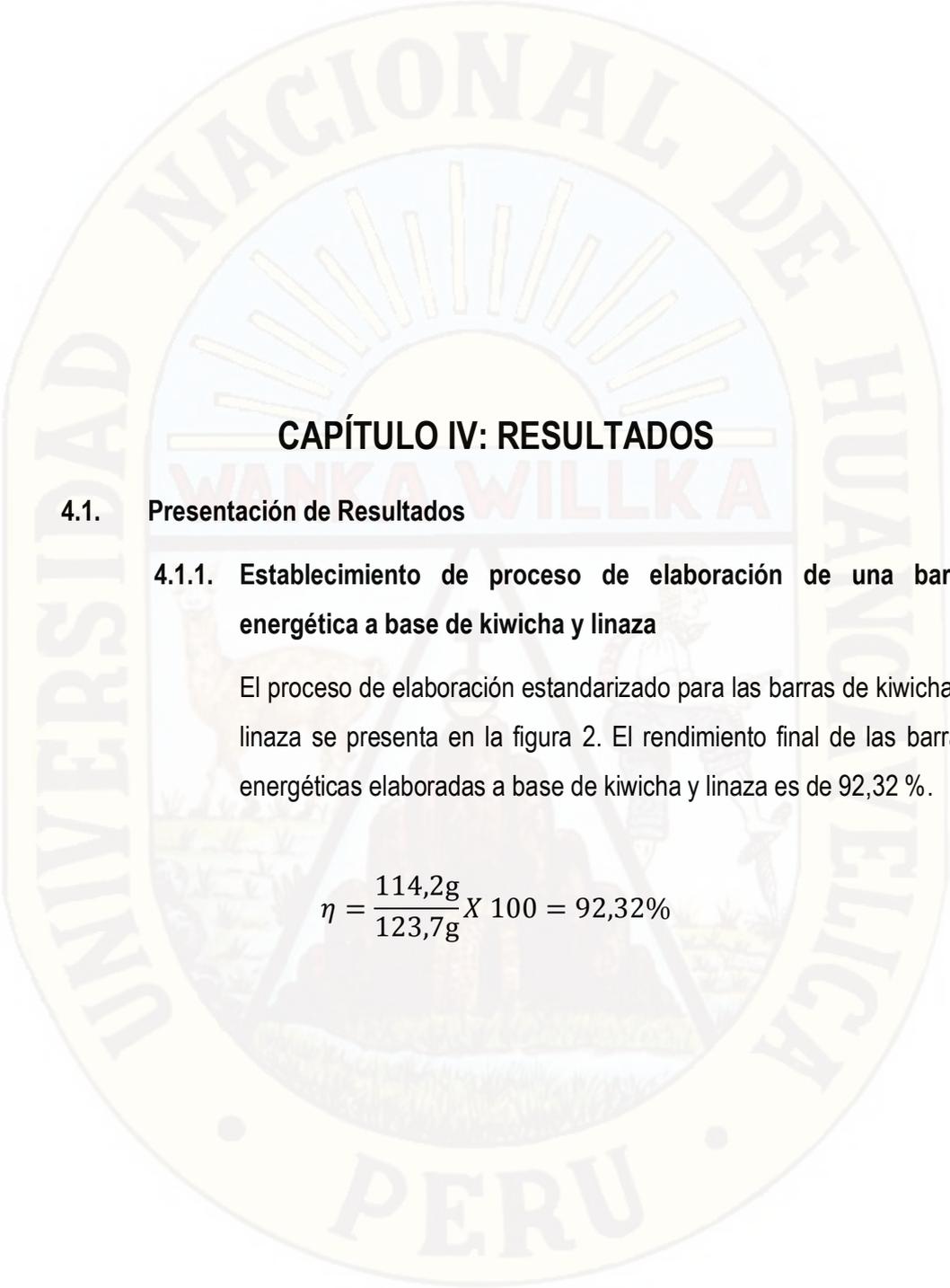
Estos análisis se realizaron en el laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP).

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se empleó el Diseño de mezclas Simplex con Centroides ampliado²³, del paquete estadístico Minitab versión 16, que nos da una adecuada representación estadística respecto al universo de mezclas, considerando una región experimental.

El diseño definido anteriormente corresponde a una mezcla binaria que representa todo el universo de posibilidades de mezclas, donde el 1 equivale al 100 % de la sustancia, 0 al 0% de la sustancia en la mezcla, $\frac{1}{2}$ al 50 %, posteriormente se aplicó la:

- Estimación de los coeficientes de regresión se realizó en base a cada muestra ya que esta es predictoria de acuerdo a unos puntos focales.
- Análisis de Varianza es un método para comparar de dos o más variables y permite contrastar la hipótesis nula y la hipótesis alternativa.
- Gráfica de Optimización de Respuestas, nos permite determinar las configuraciones de los factores experimentales que cubren las características para una o más respuestas simultáneamente la cual se realiza para una función de deseabilidad.
- Gráfico de rastreo de respuesta



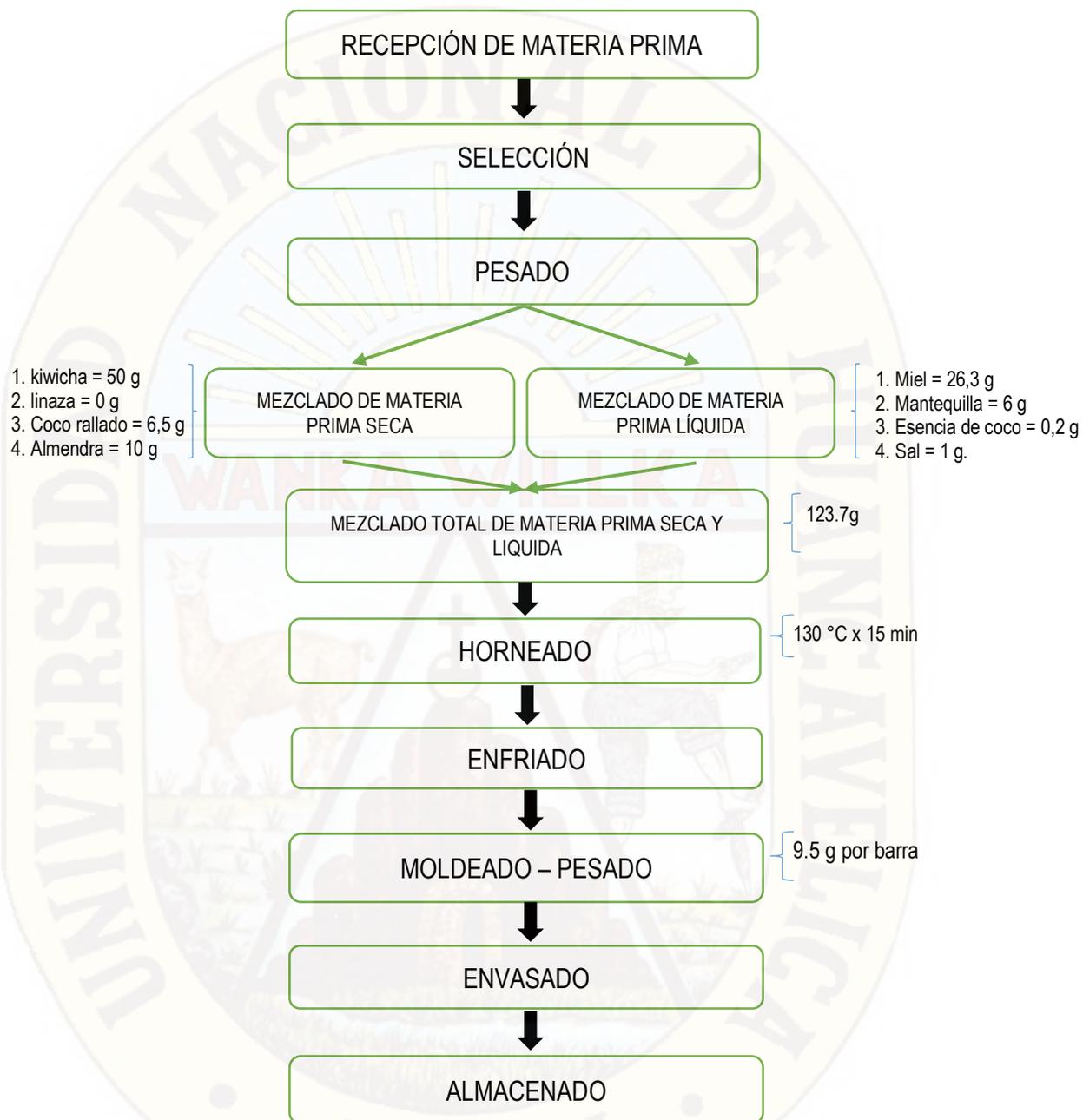
CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Presentación de Resultados

4.1.1. Establecimiento de proceso de elaboración de una barra energética a base de kiwicha y linaza

El proceso de elaboración estandarizado para las barras de kiwicha y linaza se presenta en la figura 2. El rendimiento final de las barras energéticas elaboradas a base de kiwicha y linaza es de 92,32 %.

$$\eta = \frac{114,2\text{g}}{123,7\text{g}} \times 100 = 92,32\%$$



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Proceso estandarizado de barras energéticas de kiwicha y linaza.

4.1.2. Procedimiento de obtención de las barras

- **Recepción:** Este es el primer procedimiento en la cual la materia prima fue comprada de los acopiadores de granos de la provincia de Acobamba.
- **Selección o clasificación:** Este procedimiento es considerado como uno de los puntos críticos y tener cuidado para poder quitar las semillas en mal estado, escogen solo las semillas de kiwicha y linaza y así puede quedar limpia y bien seleccionada ya que estos vienen mezcladas con otras semillas y desperdicios.
- **Pesado:** Los granos seleccionados son pesados para sacar la proporción de mezcla de las materias primas secas y líquidas y así realizar el mezclado.
- **Mezclado de las materias primas secas - líquidas:** En este procedimiento primero se unió los cereales secos y aparte en otro recipiente los insumos líquidos para así luego poder unir todo así llevar al horno la mezcla.
- **Cocción - horneado:** Este procedimiento consistió en elevar de temperatura a una temperatura a 130°C x 15 minutos una vez hecha la mezcla de las materias primas secas y líquidas así adquirir la barra energética alimenticia.
- **Enfriado:** Este proceso se realiza al retirar la barra energética alimenticia del horno y espera a que se pueda enfriar donde debe de llegar a una temperatura ambiente (22°C).
- **Cortado – pesado:** Este procedimiento es considerado otro de los puntos críticos y tener cuidado al realizar los cortes de forma rectangular 10cm x 2.5cm aproximadamente y un peso de 39 g cada barra energética alimenticia.
- **Envasado:** El procedimiento de envasado se considera un punto crítico ya en el momento de envasar y tener cuidado en que pueda ocurrir alguna alteración para cada barra energética alimenticia.

4.1.3. Resultados de Evaluación Sensorial

Esta evaluación sensorial fue realizada por cada atributo (olor, color, sabor, textura y apariencia general) y cada uno de ellos evaluados en diferentes días, para lo cual se requirieron de 30 personas o panelistas entre 17- 26 años de edad, alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica, utilizando el formato de evaluación sensorial de categorización cuantitativa relativa (Anexo 01), a continuación, se muestra los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de acuerdo a característica organoléptica (olor, color, sabor, textura y apariencia general).

A. Resultados estadísticos para el olor de las barras energéticas

Tabla 8. Análisis de varianza para Olor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Suma de Cuadrados Ajust.	Cuadrados Medios Ajust.	F	P
Regresión Lineal	1	7,500	7,500	7,4997	15,71	0,000*
Error residual	148	70,647	70,647	0,4773		
Total	149	78,147				

* Significativo al 0,05.

Tabla 9. Coeficientes de regresión estimados para Olor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Término	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor t	Valor p	VIF
Kiwicha	5,803	0,09771	*	*	1,125
Linaza	5,171	0,09771	*	*	1,125

S = 0,690903 R² = 9,60%

Modelo matemático: $Y = 5,803 x_1 + 5,171 x_2$

Y: olor, x₁: kiwicha, x₂: linaza.

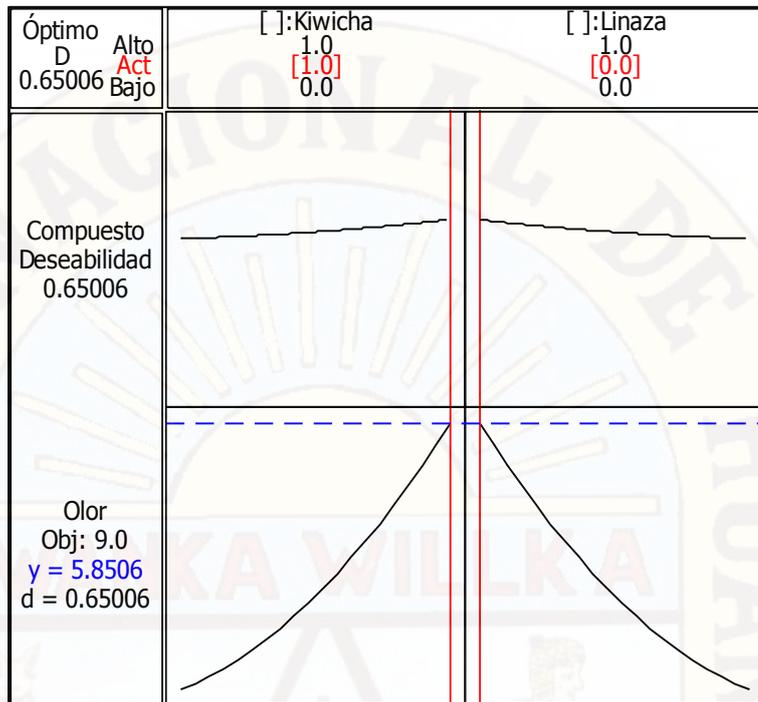


Figura 3. Gráfico optimizador de respuesta para el Olor de las barras energéticas.

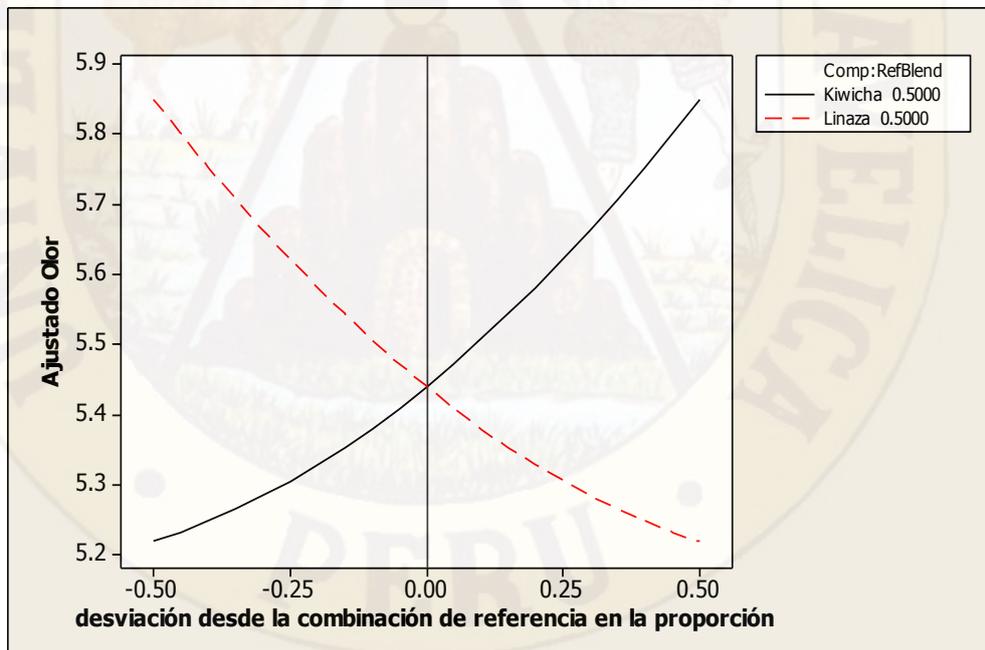


Figura 4. Gráfico de rastreo de respuesta para el Olor de las barras energéticas.

B. Resultados estadísticos para el color de las barras energéticas

Tabla 10. Análisis de varianza para Color (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Suma de Cuadrados Ajust.	Cuadrados Medios Ajust.	F	P
Regresión	2	15,759	15,759	7,8797	17,25	0,000*
Lineal	1	2,521	2,521	2,5208	5,52	0,020*
Cuadrática	1	13,239	13,239	13,2385	28,98	0,000*
Kiwicha*Linaza	1	13,239	13,239	13,2385	28,98	0,000*
Error residual	147	67,141	67,141	0,4567		
Falta de ajuste	2	23,506	23,506	11,7531	39,06	0,000*
Error puro	145	43,635	43,635	0,3009		
Total	149	82,901				

* Significativo al 0,05.

Tabla 11. Coeficientes de regresión estimados para Color (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.

Término	Coficiente de regresión	Error estándar	Valor t	Valor p	VIF
Kiwicha	5,837	0,1161	*	*	1,661
Linaza	6,204	0,1161	*	*	1,661
Kiwicha*Linaza	-2,841	0,5276	-0,538	0,000	2,429

S = 0,675827 R² = 19.01 %

Modelo cuadrático: $Y = 5,837 x_1 + 6,204 x_2 - 2,841 x_1.x_2$

Y: olor, x₁: kiwicha, x₂: linaza.

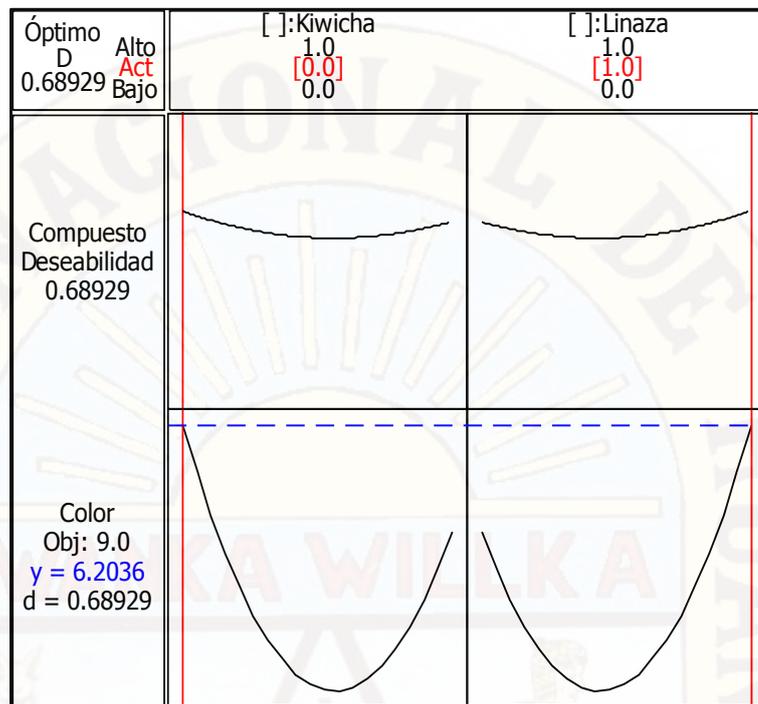


Figura 5. Gráfico optimizador de respuesta para el Color de las barras energéticas.

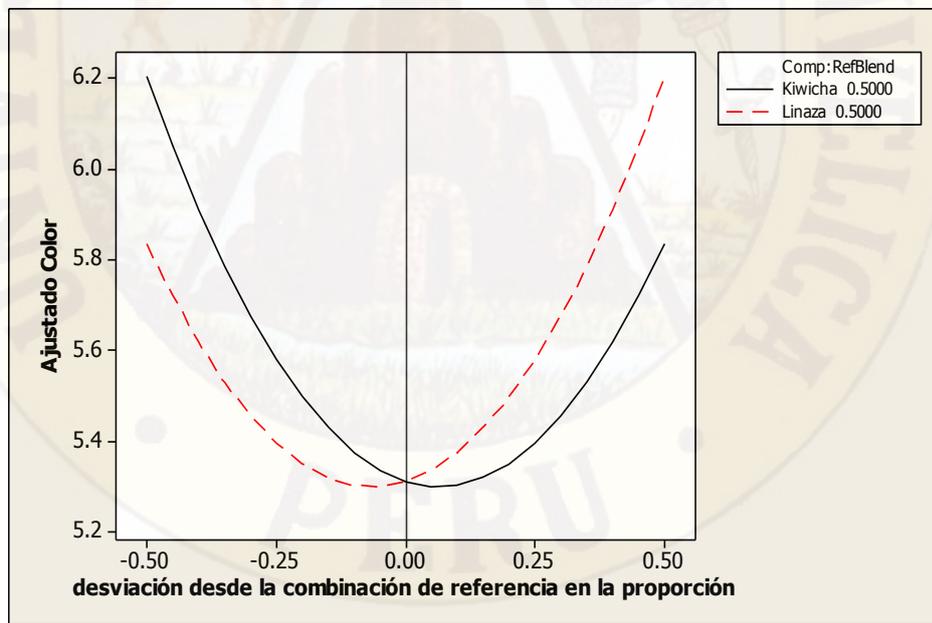


Figura 6. Gráfico de rastreo de respuesta para el Color de las barras energéticas.

C. Resultados estadísticos para el Sabor de las barras energéticas

Tabla 12. Análisis de varianza para Sabor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Suma de Cuadrados Ajust.	Cuadrados Medios Ajust.	F	P
Regresión Lineal	1	4,087	4,087	4,0872	9,68	0,002*
Error residual	148	62,473	62,473	0,4221		
Total	149	66,560				

* Significativo al 0,05.

Tabla 13. Coeficientes de regresión estimados para Sabor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Término	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor t	Valor p	VIF
Kiwicha	6,595	0,09188	*	*	1,125
Linaza	6,128	0,09188	*	*	1,125

S = 0,649704 R² = 6,14%

Modelo matemático: $Y = 6,595 x_1 + 6,128 x_2$

Y: olor, x₁: kiwicha, x₂: linaza.

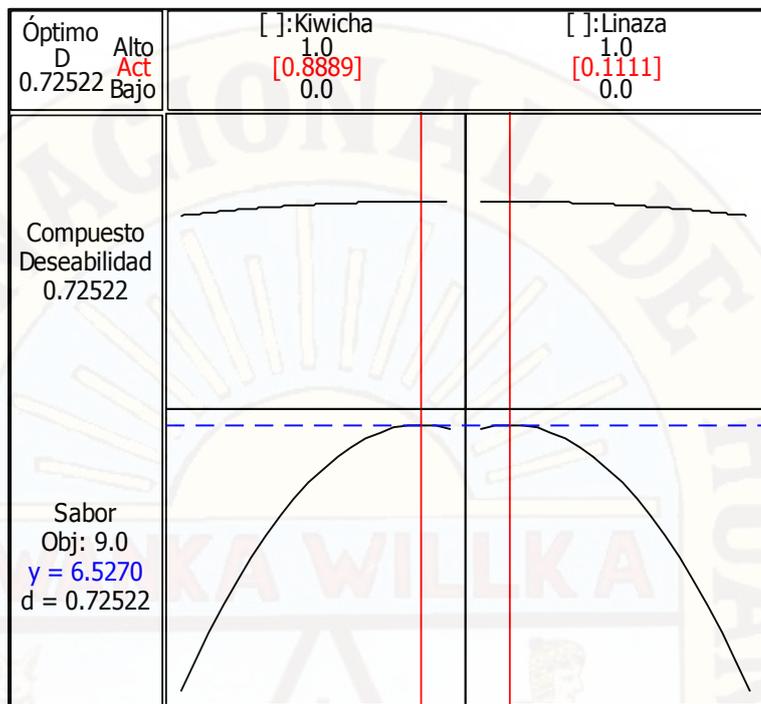


Figura 7. Gráfico optimizador de respuesta para el Sabor de las barras energéticas.

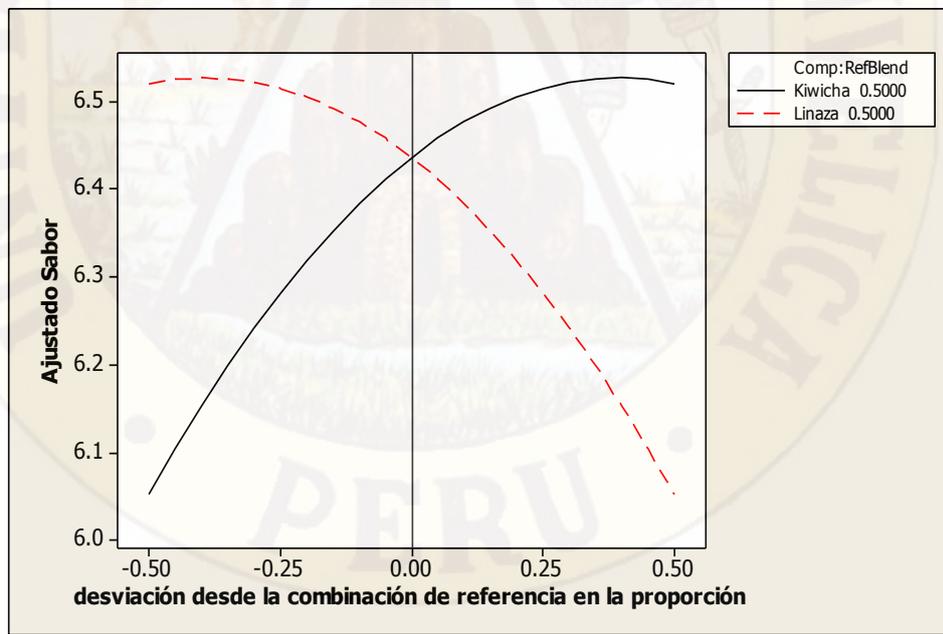


Figura 8. Gráfico de rastreo de respuesta para el Color de las barras energéticas.

D. Resultados estadísticos para la Textura de las barras energéticas

Tabla 14. Análisis de varianza para Textura (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Suma de Cuadrados Ajust.	Cuadrados Medios Ajust.	F	P
Regresión	2	1,6349	1,6349	0,8174	1,60	0,206
Lineal	1	1,5624	1,5624	1,5624	3,05	0,083
Cuadrática	1	0,0725	0,0725	0,0725	0,14	0,707
Kiwicha*Linaza	1	0,0725	0,0725	0,0725	0,14	0,707
Error residual	147	75,1963	75,1963	0,5115		
Falta de ajuste	2	22,5351	22,5351	11,2676	31,02	0,000*
Error puro	145	52,6612	52,6612	0,3632		
Total	149	76,8312				

* Significativo al 0,05.

Tabla 15. Coeficientes de regresión estimados para textura (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.

Término	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor t	Valor p	VIF
Kiwicha	5,7915	0,1129	*	*	1,661
Linaza	5,5028	0,1129	*	*	1,661
Kiwicha*Linaza	0,2102	0,5584	0,38	0,707	2,429

S = 0,71522 R² = 2,13 %

Modelo cuadrático: $Y = 5,7915 x_1 + 5,5028 x_2 + 0,2102 x_1 \cdot x_2$

Y: olor, x₁: kiwicha, x₂: linaza.

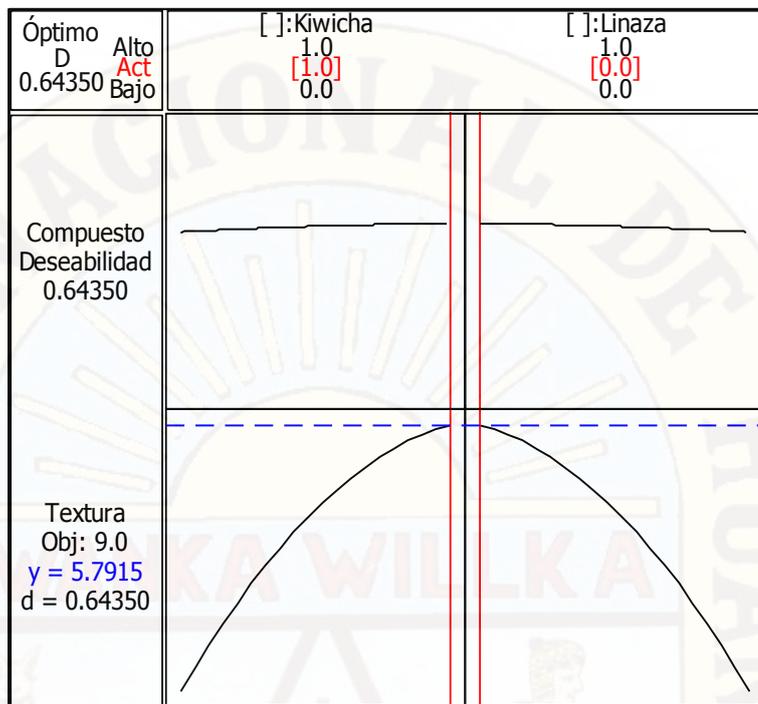


Figura 9. Gráfico optimizador de respuesta para la Textura de las barras energéticas.

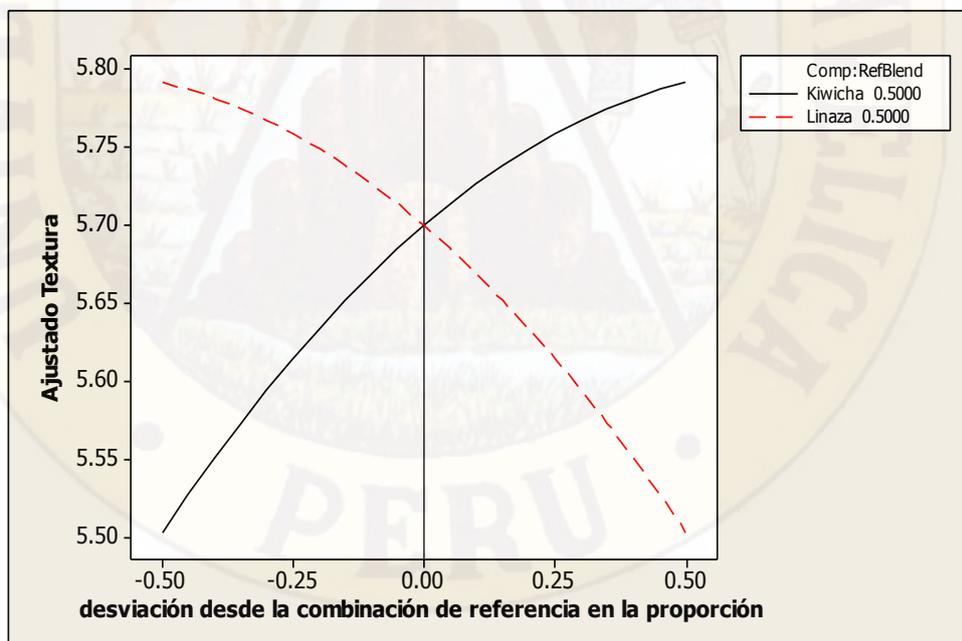


Figura 10. Gráfico de rastreo de respuesta para la Textura de las barras energéticas.

E. Resultados estadísticos para la Apariencia General de las barras energéticas

Tabla 16. Análisis de varianza para Apariencia General (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Suma de Cuadrados Ajust.	Cuadrados Medios Ajust.	F	P
Regresión Lineal	1	27,040	27,040	27,040	71,17	0,000*
Error residual	148	56,233	56,233	0,3799		
Total	149	83,273				

* Significativo al 0,05.

Tabla 17. Coeficientes de regresión estimados para Apariencia General (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Término	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor t	Valor p	VIF
Kiwicha	6,247	0,09188	*	*	1,125
Linaza	5,046	0,09188	*	*	1,125

S = 0,616401 R² = 32,47%

Modelo matemático: $Y = 6,247 x_1 + 5,046 x_2$

Y: olor, x₁: kiwicha, x₂: linaza.

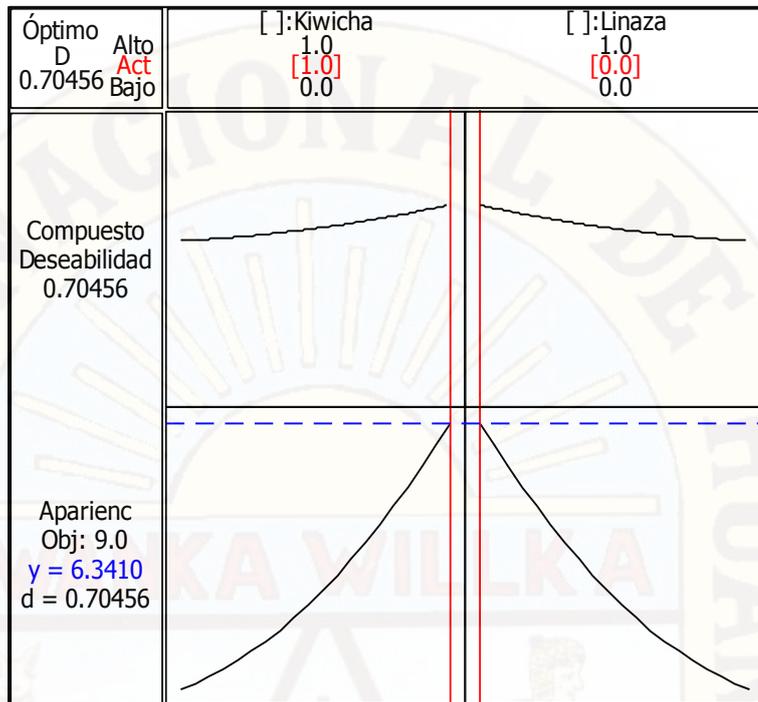


Figura 11. Gráfico optimizador de respuesta para la Apariencia General de las barras energéticas.

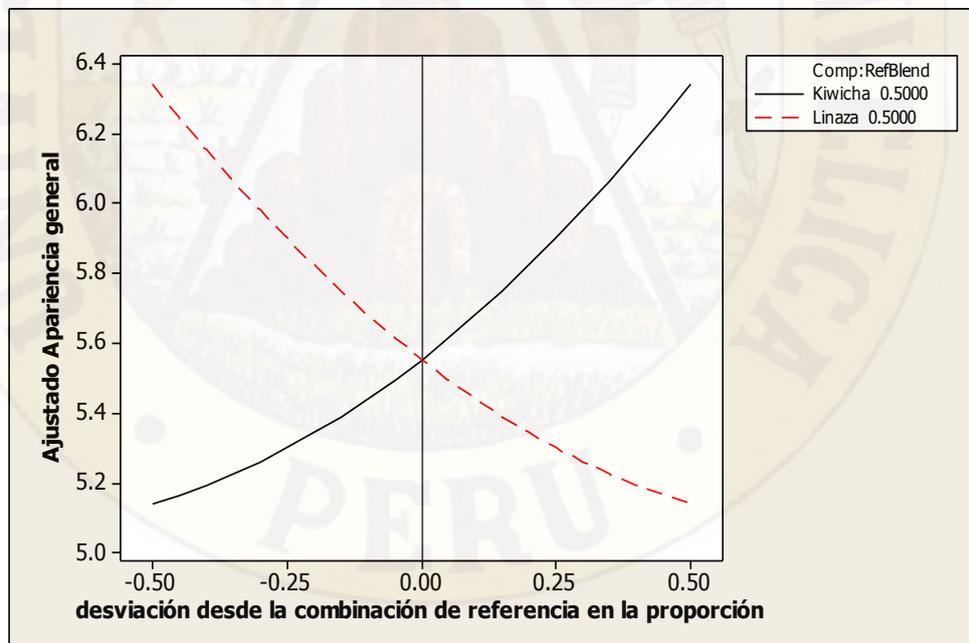


Figura 12. Gráfico de rastreo de respuesta para la Apariencia General de las barras energéticas.

4.1.4. Resumen de los resultados del diseño de mezclas

Tabla 18. Resumen del resultado del diseño de mezclas.

Característica sensorial	Proporción de kiwicha/linaza	Modelo matemático	Resultado óptimo	R ²
Olor	1/0	$Y = 5,803 x_1 + 5,171 x_2$	5,803	9,60 % (*)
Color	0/1	$Y = 5,837 x_1 + 6,204 x_2 - 2,841 x_1 \cdot x_2$	3,363	19,01 % (**)
Sabor	0,8889/0,1111	$Y = 6,595 x_1 + 6,128 x_2$	6,5431	6,14 % (*)
Textura	1/0	$Y = 5,7915 x_1 + 5,5028 x_2 + 0,2102 x_1 \cdot x_2$	5,7915	2,13 % (**)
Apariencia general	1/0	$Y = 6,247 x_1 + 5,046 x_2$	6,247	33,58 % (*)

(*) Modelo lineal

(**) Modelo cuadrático

4.1.5. Resultados promedio de las características sensoriales para los tratamientos estudiados

Tabla 19. Promedio de puntajes en las características sensoriales por tratamiento.

Tratamiento	Estadístico	Olor	Color	Sabor	Textura	Apariencia
1	\bar{x}	5,58	6,27	6,48	6,30	5,14
	σ	0,90	0,54	0,42	0,62	0,56
2	\bar{x}	5,12	5,93	5,96	5,22	5,23
	σ	0,60	0,50	0,72	0,71	0,64
3	\bar{x}	5,87	5,95	6,58	5,97	6,25
	σ	0,68	0,63	0,76	0,63	0,69
4	\bar{x}	5,66	5,33	6,43	5,51	6,07
	σ	0,61	0,57	0,65	0,48	0,52
5	\bar{x}	5,20	4,84	6,36	5,37	5,55
	σ	0,55	0,50	0,59	0,54	0,60

\bar{x} : promedio

σ : desviación estándar

4.1.6. Resultados de Caracterización Físicoquímica de la barra alimenticia con mayor aceptabilidad

Tabla 20. Resultados del análisis físicoquímico de la barra alimenticia con mayor aceptabilidad para su consumo.

Análisis	Porcentaje	Método de referencia
Humedad	14,64%	AOAC 934,01
Proteína	7,19%	NTE INEN 16
Ceniza	1,52%	AOAC 923,03
Fibra	4,18%	Método Weende (Análisis proximal)
Grasa	12,95%	NTE INEN 523
Carbohidratos Totales	59,52%	Cálculo por diferencia

4.1.7. Resultados de Caracterización Microbiológica de la barra alimenticia con mayor aceptabilidad

Tabla 21. Resultados del análisis microbiológico de la barra alimenticia con mayor aceptabilidad para su consumo.

Análisis	Resultado (UFC/g)	Método de referencia
Mohos	1 x 10	AOAC 2000
Levaduras	Menor a 10	AOAC 2000
Coliformes totales	Menor a 10	AOAC 2000

4.2. Discusión

4.2.1. Discusión sobre el resultado de olor

La tabla 8 muestra el análisis de varianza para un modelo lineal aplicado al olor. El análisis de varianza para el olor, determinó que, el modelo lineal, es significativo ($p < 0,05$), a pesar que tenía un $R^2 = 9,60\%$, comparado con el $R^2 = 9,90\%$, del modelo cuadrático, el cual mostró no tener significancia ($p > 0,05$). Por lo tanto, estas variables independientes (proporción de kiwicha y linaza) se correlacionan mejor con el olor de la barra alimenticia, mediante un modelo lineal. Por lo tanto, existe un coeficiente de determinación ($R^2 = 9,60\%$) entre las variables del modelo, muy débil según Hernández, Sampieri²⁰.

La tabla 9 muestra la estimación de los coeficientes de regresión para el olor. El factor de inflación de varianza (VIF) indica que, los predictores: proporción de kiwicha (x_1) y proporción de linaza (x_2); están moderadamente correlacionados ($1 < VIF < 5$) con el olor de las barras alimenticias. El modelo lineal que se establece es: $Y = 5,803 x_1 + 5,171 x_2$.

En la figura 3 se presenta la gráfica de optimizador de respuesta para el olor de la barra alimenticia, y se muestra que, el mejor olor se obtiene con una proporción de 1 y linaza de 0, con un puntaje de 5,85. La deseabilidad fue de 0,65.

En la figura 4 se presenta la gráfica de rastreo de respuesta para el olor de la barra alimenticia, esta indica que, el olor mejora al aumentar la proporción de kiwicha, mientras la proporción de linaza disminuye.

4.2.2. Discusión sobre el resultado de color

La tabla 10 muestra el análisis de varianza para un modelo cuadrático del color. El análisis de varianza para el color, determinó que, cuadrática, es significativa ($p < 0,05$). Ello implica que, la proporción de kiwicha, linaza y la interacción de ambas tienen un efecto estadístico significativo en el color ($p < 0,05$). Esto es respaldado por la Falta de Ajuste significativa ($p < 0,05$), que indica que, existe una curvatura en los datos. Por lo tanto, con un $R^2 = 19,01\%$ muy débil según Hernández-Sampieri²⁰.

La tabla 11 muestra la estimación de los coeficientes de regresión de color, para un modelo cuadrático; el VIF indica que, los predictores: proporción de kiwicha, proporción de linaza y el efecto combinado de ambas proporciones; están moderadamente correlacionados ($1 < VIF < 5$) con el color de la barra alimenticia. El modelo cuadrático que predice el color es: $Y = 5,837 x_1 + 6,204 x_2 - 2,841 x_1 \cdot x_2$

En la figura 5 se presenta la gráfica de optimizador de respuesta para el color de la barra alimenticia, se muestra que, el mejor color se obtiene con una proporción de 0 y linaza de 1, con un puntaje de 6,20. La deseabilidad fue de 0,68929.

En la figura 6 se presenta la gráfica de rastreo de respuesta para el color de la barra alimenticia, esta indica que, el color mejora al aumentar la proporción de kiwicha y de linaza.

4.2.3. Discusión sobre el resultado de Sabor

La tabla 12 muestra el análisis de varianza para un modelo lineal del sabor. El análisis de varianza para el sabor, determinó que, el modelo lineal, es significativo ($p < 0,05$), en cambio del modelo cuadrático ($p > 0,05$), que inclusive mostró una falta de ajuste no significativa ($p > 0,05$), lo que se traduce en un falta de curvatura en el modelo. Por lo tanto, estas variables proporción de kiwicha y linaza se correlacionan mejor con el sabor en un modelo lineal.

La tabla 13 muestra la estimación de los coeficientes de regresión para el sabor en un modelo lineal. El factor de inflación de varianza (VIF) indica que, los

predictores: proporción de kiwicha, proporción de linaza y el efecto combinado de ambas proporciones; están moderadamente correlacionados ($1 < \text{VIF} < 5$) con el color de las barras alimenticias. El valor de R^2 muestra que, las variables del modelo explican un 7,02 % de la variación en el sabor, siendo muy débil según Hernández-Sampieri²⁰.

En la figura 7 se presenta la gráfica de optimizador de respuesta para el color de la barra alimenticia, se muestra que, el mejor color se obtiene con una proporción de 0,8889 y linaza de 0,1111, con un puntaje de 6,527. La deseabilidad fue de 0,72522.

En la figura 8 se presenta la gráfica de rastreo de respuesta para el sabor de la barra alimenticia, esta indica que, el sabor mejora al aumentar la proporción de kiwicha y reducir la proporción de linaza.

4.2.4. Discusión sobre el resultado de Textura

La tabla 14 muestra el análisis de varianza para un modelo cuadrático de la textura. El análisis de varianza para la textura, determinó que, el modelo lineal (0,083) y cuadrático (0,707), no son significativos ($p > 0,05$); sin embargo, el lineal posee un valor p más bajo. Así mismo, la interacción de las variables (proporción de kiwicha y linaza) no tiene un efecto estadístico significativo en la textura ($p > 0,05$). La falta de ajuste es significativa ($p < 0,05$), que indica que, existe una curvatura en el modelo. Se establece entonces que, el modelo cuadrático describe la relación de las variables con la textura, con un $R^2 = 2,13$ %, que es muy débil según Hernández-Sampieri²⁰.

La tabla 15 muestra la estimación de los coeficientes de regresión para la textura. El VIF indica que, los predictores: proporción de kiwicha, de linaza y el efecto combinado de ambas proporciones; están moderadamente correlacionados ($1 < \text{VIF} < 5$) con la textura de las barras alimenticias. El modelo cuadrático es: $Y = 5,7915 x_1 + 5,5028 x_2 + 0,2102 x_1 \cdot x_2$

En la figura 9, se presenta la gráfica de optimizador de respuesta para la textura de la barra alimenticia, se muestra que, la mejor textura se obtiene con una proporción de 1,0 y linaza de 0,0, con un puntaje de 5,7915. La deseabilidad fue de 0,64350.

En la figura 10, se presenta la gráfica de rastreo de respuesta para la textura de la barra alimenticia, esta indica que, la textura mejora al aumentar la proporción de kiwicha y reducir la proporción de linaza.

4.2.5. Discusión sobre el resultado de Apariencia General

La tabla 16 muestra el análisis de varianza para un modelo lineal en la apariencia general. El análisis de varianza para la apariencia general, determinó que, el modelo lineal ($p = 0,000$), es significativa ($p < 0,05$), mas no el modelo cuadrático ($p = 0,119$), ni la interacción ($p = 0,119$). La falta de ajuste es no significativa ($p > 0,05$), lo que significa que, no hay curvatura en el modelo.

La tabla 17 muestra la estimación de los coeficientes de regresión para la apariencia general. El VIF indica que, los predictores: proporción de kiwicha y de linaza; están moderadamente correlacionados ($1 < VIF < 5$) con la apariencia general de la barra alimenticia. El valor de R^2 muestra que, el modelo explica un 33,58 % de la variación en la apariencia general, y es débil según Hernández-Sampieri²⁰.

En la figura 11, se presenta la gráfica de optimizador de respuesta para la apariencia general de la barra alimenticia, se muestra que, la mejor apariencia general se obtiene con una proporción de 1,0 y linaza de 0,0, con un puntaje de 6,3410. La deseabilidad fue de 0,70456.

En la figura 12, se presenta la gráfica de rastreo de respuesta para la apariencia general de la barra alimenticia, esta indica que, la apariencia general mejora al aumentar la proporción de kiwicha y reducir la proporción de linaza.

4.2.6. Discusión sobre la tabla resumen del diseño de mezclas

La tabla 18 muestra que, de todas las características sensoriales que se evaluaron la apariencia general, viene a ser la que mejor fue explicada por la prueba con $R^2 = 33,58 \%$ (determinación débil). Esto permite deducir que, la barra alimenticia tiene una apariencia general de 6,247 máximas con una proporción de kiwicha de 1,0, y una proporción de linaza de 0,0. Las demás

características tienen muy bajo R^2 (determinación muy débil), y por lo tanto, sus resultados no son aptos para ser tomados en cuenta en el diseño de la barra alimenticia de kiwicha y linaza.

Como se puede estimar, se le pidió al juez, que se asigne un valor numérico para el grado de satisfacción en cuanto a olor, color, sabor, textura y apariencia general. Los resultados obtenidos con este tipo de cuestionarios no proporcionan información útil alguna, según Anzaldúa, Morales, Lever, & Vernon²⁴, y las conclusiones que se derivaron de ellos son incorrectas por las siguientes razones, de acuerdo a lo develado: baja correlación, los puntajes son similares en todos los casos, no existe efecto de los predictores en las variables de respuesta, el término “textura” es muy vago en este tipo de cuestionario, entre otros.

Una alternativa que ha sido propuesta para este tipo de evaluaciones por Larmond²⁵, consiste en utilizar una escala hedónica para calificar el grado de satisfacción global de la muestra, e incluir una sección en la que se dé oportunidad a los jueces para que expresen sus comentarios. En este caso, el investigador o director de la prueba puede clasificar los comentarios en cuanto a si corresponden a características de textura, sabor o apariencia, tomando en cuenta si se aplican a una muestra que recibió calificaciones en el rango de sensaciones placenteras o desagradables, según Anzaldúa-Morales²⁶.

4.2.7. Discusión sobre la caracterización fisicoquímica de la barra alimenticia de kiwicha y linaza

Las barras energéticas elaboradas tienen una composición equilibrada (tabla 19) y en términos generales aportan cada 100 g: 59,52 g de carbohidratos, pues los hidratos de carbono no deben encontrarse por debajo del 50% de la energía total, según González *et al.*²⁷; 7,19 g de proteínas, lo recomendable es consumir de 12-38 g /día, de acuerdo a la edad y peso, como señala Salge²⁸. Contiene fibra de 4,18 g (lo recomendable es una ingesta de más de 25g / día). De grasa tiene 12,95 g (no debe sobrepasar de los 50 g/día). 1,52 g de cenizas. Y contiene 14,64 g de agua estos resultados son ligeramente superiores con

lo que, indican Astiasarán y Martínez²⁹ respecto a que, el contenido de agua en los cereales no puede superar el 14%; factor que se toma en cuenta debido a que estas barras constan de 85% de cereales en su formulación.

4.2.8. Discusión sobre la caracterización microbiológica de la barra alimenticia de kiwicha y linaza

Las barras energéticas elaboradas tienen características microbiológicas aceptables (tabla 20). Mohos 1.0×10 UFC/g, valor que está por debajo del límite de 1×10^2 . Levadura menor a 10 UFC/g, cuyo valor es menor al límite permitido de 1×10^2 , Coliformes totales menor a 10 UFC/g, cuyo valor es menor al límite de 20. Todos estos límites son señalados por De La Paz³.

CONCLUSIONES

La evaluación sensorial ha determinado que, la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) no afectan significativamente ($p < 0.05$) las características sensoriales de la barra alimenticia en cuanto a olor, sabor y apariencia general, y que se ajustan a un modelo lineal con un coeficiente de determinación muy débil (9.60 % y 6.14 %), y sólo débil en el caso de apariencia general (33.58 %).

La proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), linaza (*Linum usitatissimum* L.) y la interacción de ambas variables, afectan significativamente ($p < 0.05$) al color y textura, tiene un coeficiente de determinación muy débil con respecto al color ($R^2 = 19.01$ %) y a la textura ($R^2 = 2.13$ %), relacionándose mediante un modelo cuadrático.

Se ha determinado que, las características fisicoquímicas de la barra alimenticia de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) con aceptabilidad general óptima, están acorde con las necesidades nutricionales y son las siguientes: Humedad (14.64%), Proteína (7.19%), Ceniza (1.52 %), Fibra (4.18 %), Grasa (12.95%) y Carbohidratos totales (59.52 %).

Las características microbiológicas de la barra alimenticia de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) con aceptabilidad general óptima, cumplen con los lineamientos de calidad requeridos, y son los siguientes: Mohos (1×10), Levaduras (menor a 10), Coliformes totales (menor a 10).

Se ha determinado que, las proporciones óptimas de la barra alimenticia son: kiwicha (1) y linaza (0) y cumple con las características fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas.

RECOMENDACIONES

La evaluación sensorial con escala hedónica, debería realizarse en adelante sólo para determinar aceptabilidad general, con opción de hacer comentarios del porqué de la respuesta. De esta forma, se evitará resultados inesperados en cuanto a olor, color, sabor y textura, y en estos casos si se deseara evaluarlos, debe hacer con jueces entrenados o deberán aplicarse otros métodos de evaluación sensorial.

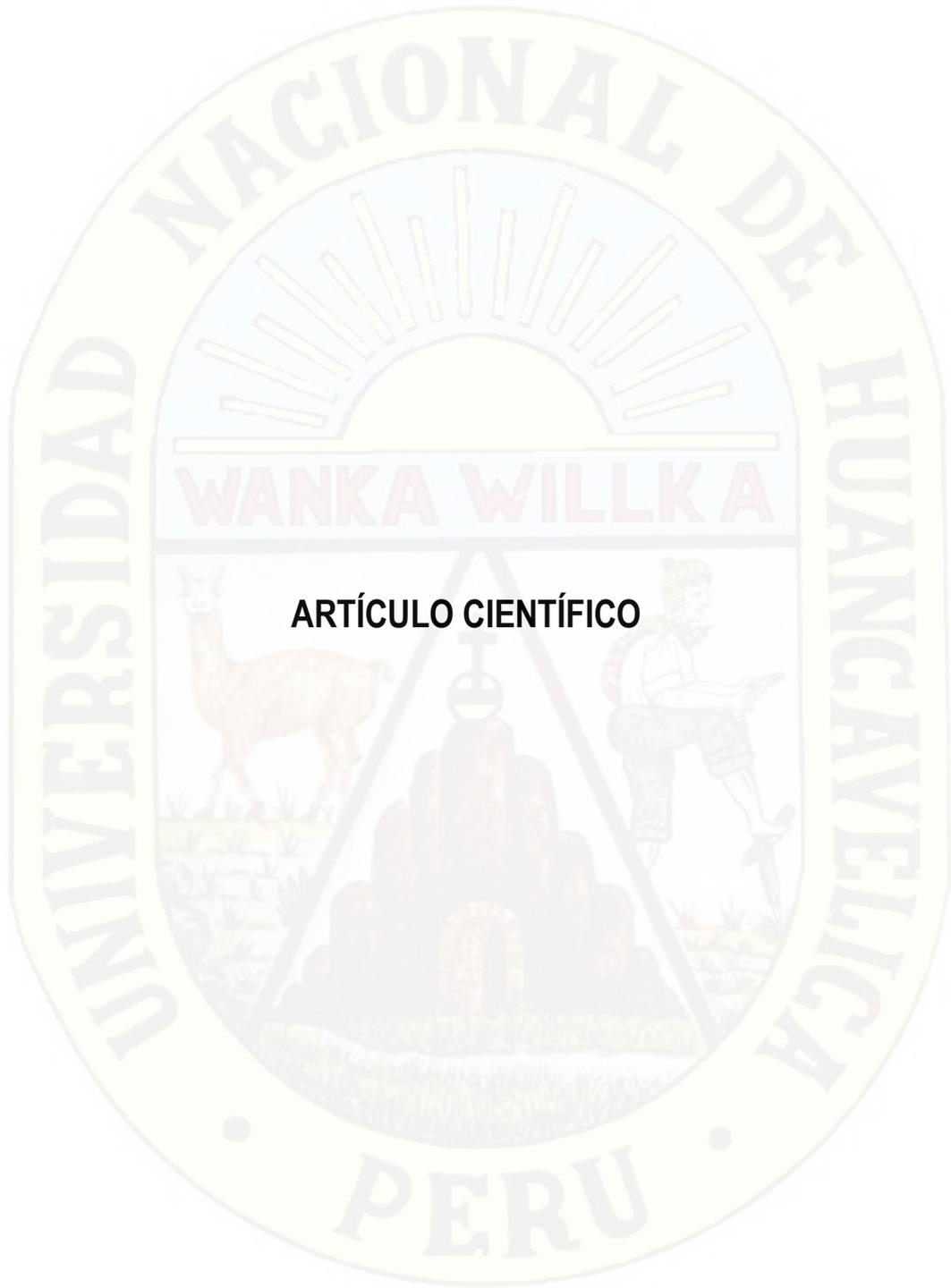
Se recomienda evaluar el desarrollo de barras alimenticias con cereales andinos, que se encuentran en la Provincia de Acobamba, para incrementar su valor agregado, siguiendo la metodología ya establecida en el presente trabajo.

Se recomienda realizar trabajos de investigación de vida útil, y desarrollo de envases para comercializar exitosamente el producto final.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Báez L, Borja A. “Elaboración de una barra energética a base de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) como fuente de Omega 3 y 6”. Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito. Ecuador; 2013.
2. Medina Herrera M. “Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*)”. Tegucigalpa, Honduras: Universidad Zamorano; 2006.
3. De la Paz V. “Elaboración de Barras Energéticas para Escolares a partir de Subproductos Industriales de Soya y Maíz”. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2012.
4. Ochoa Saltos C. “Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa apicare”. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2012.
5. Ramos Díaz M. “Elaboración de una barra energética con aporte proteico de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*), para un grupo de deportistas de aventura de la ciudad de Riobamba”. Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo; 2011.
6. Cardozo A, Tapia ME. Valor nutritivo. Quinoa y Kañihua. Cultivos andinos. En: Tapia ME (Ed). Serie de libros y materiales educativos. N° 49. Bogotá – Colombia: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas; 1979. p. 149-192.
7. Reyes P. Química de los alimentos, 4a ed. Distrito Federal – México: Pearson Educación de México; 1985.
8. Mateo J. Prontuario de Agricultura. Cultivos Agrícolas. Madrid – España: Ediciones Mundi-Prensa; 1987.
9. Badui S. Química de los alimentos. 4ª ed. México DF: Edit. Pearson Educación de México; 2006.
10. Torún B, Menchú M, Elías G. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Guatemala: INCAP/OPS; 1996.
11. Santamaría M, Berganza B, Bressani R. El amaranto y su uso en las panaderías rurales de El Salvador. Agricultura. 1985; 11 (17): 10-13.
12. Majan KKL, Stump S. Nutrición y dietoterapia de Krause. 10ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2001.
13. Beltrán-Orozco M, Romero, M. Linaza, alimento milenario. Revista Industria Alimentaria. 2003; 20-29 p.

14. Peña V [Internet]. La fibra dietética de la linaza que te hacía falta. Lima, 2006. [actualizado 10 Mar 2017; citado 16 abr 2017]. Disponible en: <http://www.soyentrepreneur.com/chispazos/chis03294.html>
15. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Departamento Académico de Nutrición laboratorios de evaluación nutricional de alimentos. [Internet]. Lima, 2006. [actualizado 14 Feb 2017; citado 4 abr 2017]. Disponible [http://www.lamolina.edu.pe/facultad/zootecnia/labanut/Paginawebblab .htm](http://www.lamolina.edu.pe/facultad/zootecnia/labanut/Paginawebblab.htm)
16. Iñárritu M, Vega L. 2001. Las barras de cereales como alimento funcional en los niños. *Revista mexicana de Pediatría*. 2007; 68(1): 8-12.
17. Aguirre R, Cabrera G. *Semillas de Resistencia Alimentaria: Alimentos Andinos del Futuro*. Bogotá – Colombia: Ediciones Frutos de Utopía; 2006.
18. Potter N. *Ciencias de los Alimentos*. Zaragoza – España: Editorial Acribia SA; 1999.
19. Vía Satelital [Internet]. Acobamba, Huancavelica: 2013 [Actualizado 5 mar 2013; citado 3 mar 2017]. Disponible en: <http://viasatelital.com/peru/?p=5587>
20. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill Interamericana; 2006.
21. Wittig de Penna E, Villaroel M. *Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud; Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos*. Sao Paulo – Brasil: Valera Editora y Librería; 2001.
22. A.O.A.C. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. 16th Edition. 4th Revision. Sidney Willians, Arlington, Virginia. USA. 1998; 1236 p.
23. Gutiérrez Pulido H, de la Vara Salazar, R. *Análisis y diseño de experimentos*. México: Mc Graw Hill Interamericana; 2012.
24. Anzaldúa-Morales A, Lever C, Vernon E. Nuevos métodos de evaluación sensorial y su aplicación en reología y textura. *Tecnología de alimentos*. 1983; 18(5): 4.
25. Larmond E. *Laboratory methods for sensory evaluation of foods*. Can Dept: Agr. Publ; 1977.
26. Anzaldúa-Morales A. *"The texture of fibrous fruits and vegetables"*. Surrey, Inglaterra: University of Reading; 1982.
27. González J, Sánchez P, Mataix J. *Nutrición en el deporte: ayudas ergogénicas y dopaje*. España: Fundación Universitaria Iberoamericana, Ediciones Díaz de Santos; 2006.
28. Salge J. *Nutrición y usted*. 3a ed. Boston – USA: Benjamin-Cummings Publishing Company; 2014.
29. Astiasarán I, Martínez J. *Alimentos Composición y Propiedades*. 2a ed. México: Edic. Editorial McGraw-Hill – Interamericana SA; 2003.



ARTÍCULO CIENTÍFICO

Efecto de la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de una barra energética alimenticia

Taype Araujo, Janet Roxana^{1*}; Velásquez Barreto, Frank Fluker¹.

Resumen

En la presente investigación se evaluó el efecto de la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de una barra alimenticia. Se usó un Diseño de Mezclas Centroide Simplex que, permitió determinar las cantidades de kiwicha y linaza óptima; del 100 % del producto se utilizó 50 % del peso en otros insumos y 50 % del peso consistió en kiwicha y linaza. Mediante una evaluación sensorial con escala hedónica, se halló que, la proporción de kiwicha y linaza no afectan significativamente las características sensoriales de la barra alimenticia en cuanto a olor, color, sabor y textura, y que tienen una correlación positiva muy débil. Por otro lado, se determinó que, la proporción de kiwicha y linaza tiene una correlación positiva débil ($R^2 = 35 \%$) con la aceptabilidad general de la barra alimenticia. Las proporciones óptimas de la barra alimenticia fueron: kiwicha (1) y linaza (0). Se determinó que, las características fisicoquímicas de la barra alimenticia con aceptabilidad general óptima, están acorde con las necesidades nutricionales y fueron las siguientes: Humedad (14.64 %), Proteína (7.19 %), Ceniza (1.52 %), Fibra (4.18 %), Grasa (12.95%) y Carbohidratos totales (59.52 %). Así mismo, se encontró que, las características microbiológicas, cumplen con los lineamientos de calidad requeridos, y son los siguientes: Mohos (1×10), Levaduras (menor a 10), Coliformes totales (menor a 10). Se recomienda diseñar barras alimenticias con cereales de Acobamba - Huancavelica, siguiendo el procedimiento estandarizado; y, hacer un estudio de vida útil y de un sistema de envasado óptimo para su comercialización.

Palabras clave: Kiwicha, linaza, barra energética alimenticia.

¹ Escuela Profesional Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica. Ciudad Universitaria Común Era S/N Acobamba.

*janetroxana35@hotmail.com

Effect of the proportion of kiwicha (*Amaranthus caudatus*) and linaza (*Linum usitatissimum* L.) on the sensory, physicochemical and microbiological characteristics of an energetic food bar

Abstract

In the present investigation, the effect of the proportion of kiwicha (*Amaranthus caudatus*) and linseed (*Linum usitatissimum* L.) on the sensory, physicochemical and microbiological characteristics of an energetic food bar was evaluated. A Simplex Centroid Mix Design was used, which allowed to determine the quantities of kiwicha and optimum flaxseed; of 100 % of the product 50 % of the weight was used in other inputs and 50 % of the weight consisted of kiwicha and linseed. Through a sensory evaluation with hedonic scale, it was found that the proportion of kiwicha and linseed do not significantly affect the sensory characteristics of the food bar in terms of smell, color, taste and texture, and that they have a very weak positive correlation. On the other hand, it was determined that the proportion of kiwicha and linseed has a weak positive correlation ($R^2 = 35\%$) with the general acceptability of the food bar. The optimal proportions of the food bar were: kiwicha (1) and linseed (0). It was determined that, the physicochemical characteristics of the food bar with optimum general acceptability, are in accordance with the nutritional needs and were the following: Humidity (14,64 %), Protein (7,19 %), Ash (1,52 %), Fiber (4,18 %), Fat (12,95 %) and Total Carbohydrates (59,52 %). Likewise, it was found that, the microbiological characteristics, comply with the required quality guidelines, and are the following: Molds (1×10), Yeasts (less than 10), Total coliforms (less than 10). It is recommended to design food bars with cereals from Acobamba - Huancavelica, following the standardized procedure; and, make a study of useful life and of an optimal packaging system for its commercialization.

Keywords: Kiwicha, linseed, energetic food bar.

INTRODUCCIÓN

La composición química del *Amaranthus* reportado por diferentes autores. 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 ceniza⁷.

El contenido de proteínas en el grano es elevado (12 – 16 %) con un óptimo balance de aminoácidos mientras que el maíz alcanza únicamente el 10 %¹².

La linaza es una pequeña semilla proveniente de la planta de lino con sorprendentes propiedades benéficas para la salud. Estas propiedades se deben a su gran cantidad de fibra dietética, ácidos grasos poliinsaturados y fitoquímicos como los lignanos. Un 40 % de la linaza se compone de fibra dietética de la cual una tercera parte es fibra soluble y el resto fibra insoluble.

Ambas son importantes para mantener un sistema digestivo saludable al promover el movimiento intestinal (especialmente beneficioso para personas que sufren de constipación) y beneficiar el sistema cardiovascular al disminuir el nivel de colesterol malo en la sangre¹⁶. Báez y Borja¹ elaboraron una barra energética a base de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), semilla oleaginosa rica en proteína, omega-3 y 6. El análisis sensorial (triangular y preferencia), determinó que mejor el tratamiento tuvo 21 % Sacha Inchi y 15 % glucosa. Se logró desarrollar un producto tipo snack como nueva alternativa dentro del mercado ecuatoriano, considerado como fuente de fibra, proteína, omega-3 y 6. Medina-Herrera² desarrolló una barra nutricional a base de granola y frijol rojo centroamericano. Se formularon cuatro tratamientos con 18, 20, 25 y 30 % de frijol rojo variedad seda siguiendo el proceso sugerido por Escobar 1998. El tratamiento con mayor aceptación general fue el formulado con 30% de la leguminosa. Químicamente el contenido de proteína en los tratamientos varió de 3 a 8% (base seca). La humedad fluctuó de 5.31 a 10.84%, mientras que la actividad de agua se reportó de 0.35 a 0.45 (25.4 – 25.5 °C) respectivamente.

El contenido de cenizas varió de 1.24 a 1.63 % mientras que la fibra osciló entre 9-12 %. El producto desarrollado es un producto saludable considerado como buena fuente de fibra y proteína. Ochoa-Saltos⁴ aplicó un método inductivo-deductivo, para lo cual se utilizaron cereales, pseudocereales, frutos secos, semillas y miel proveniente de la empresa, se eligió dos formulaciones de barras energéticas F1: avena y quinua (10:6) y F2: avena y amaranto (10:6); al aplicar el test de consumidores dio como resultado la aceptación de ambas barras energéticas por eso se determinó el análisis bromatológico y vida útil (hongos y levaduras, pruebas sensoriales, oxidación lipídica y ecuación de Arrhenius) de las dos formulaciones. Obteniéndose así para F1 humedad 8.5 %, proteína 5.8 %, grasa 16.4 %, ceniza 1.9 %, fibra 3.6 %, carbohidratos 63.8 %, un valor calórico de 1784 kJ y F2 con humedad de 7.3 %, proteína 6.1 %, ceniza 1.9 %, grasa 19.4 %, fibra 4.4 %, carbohidratos 60.9 % y valor calórico de 1855 kJ, y una vida útil de 5 meses. Se llegó a la conclusión que este producto tiene buena calidad sanitaria, son energéticas por su alto contenido de carbohidratos y cumple con los requerimientos nutricionales siendo así apto para su consumo. Ramos-Díaz⁵ desarrolló un producto que proporcione la energía necesaria para terminar la actividad deportiva con éxito y tener una recuperación rápida y efectiva, de esta manera se propone la elaboración de una barra energética con quinua y amaranto, que además de ser fuente de proteína de alto valor biológico, son productos andinos que están siendo recuperados y tienen

un potencial agroindustrial importante. Para el desarrollo de este producto, se elaboró tres formulaciones, las mismas que fueron sometidas a la opinión de tres grupos de deportistas de aventura de la ciudad de Riobamba, para determinar el grado de satisfacción de cada una de ellas y escoger la formulación más aceptada.

La formulación escogida es la que contuvo uvilla, ingrediente que le da la característica de sabor agridulce, el producto fue sometido a los correspondientes análisis químicos, dando un total de 160 kcal para una barra de 40 g, con un aporte de 4,2 g de proteína, 2,7 g de grasa, 3,1 g de fibra, 29,6 g de carbohidratos. Valores significativamente superiores a los que presentan algunas de las barras de cereal presentes en el mercado local.

En la región Huancavelica la alimentación tiene un déficit por falta de información y de recursos económicos, lo que da como resultado un mal consumo de los alimentos llegando a causar enfermedades serias para la salud y el normal desempeño del individuo en su entorno. Se pretende aprovechar los nutrientes de la kiwicha y la linaza en la formulación de una barra energética, de esta manera, producir productos con un valor energético ideal para el consumo humano. Debido a las razones antes descritas se hace necesario determinar las concentraciones de la kiwicha y linaza en la elaboración de una barra alimenticia, además de observar el efecto de su composición y propiedades de las materias primas sobre su característica químico proximal del producto final.

Parte Experimental

Procedimiento de obtención de las barras

Recepción: Este es el primer procedimiento en la cual la materia prima fue comprada de los acopiadores de granos de la provincia de Acobamba.

Selección: Este procedimiento es considerado como uno de los puntos críticos y tener cuidado para poder quitar las semillas en mal estado, escogen solo las semillas de kiwicha y linaza y así puede quedar limpia y bien seleccionada ya que estos vienen mezclados con otras semillas y desperdicios.

Pesado: Los granos seleccionados son pesados para sacar la proporción de mezcla de las materias primas secas y líquidas y así realizar el mezclado.

Mezclado de las materias primas secas – líquidas: En este procedimiento primero se unió los cereales secos y aparte en otro recipiente los insumos líquidos para así luego poder unir todo así llevar al horno la mezcla.

Cocción - horneado: Este procedimiento consistió en elevar de temperatura a una temperatura a 130°C x 15 minutos una vez hecha la mezcla de las materias primas secas y líquidas así adquirir la barra energética alimenticia.

Enfriado: Este proceso se realizó retirando la barra energética alimenticia del horno y esperando que se pueda enfriar donde debe de llegar a una temperatura ambiente (22°C).

Cortado – pesado: Este procedimiento es considerado otro de los puntos críticos y tener cuidado al realizar los cortes de forma rectangular 10cm x 2,5cm aproximadamente y un peso de 39 g cada barra energética alimenticia.

Envasado: El procedimiento de envasado se considera un punto crítico ya en el momento de envasar y tener cuidado en que pueda ocurrir alguna alteración para cada barra energética alimenticia.

Procedimiento de Evaluación Sensorial

Esta evaluación fue realizada con 30 personas de 17- 26 años de edad, alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica, utilizando el formato de evaluación sensorial de categorización cuantitativa relativa de 0 - 10 puntos, donde el máximo agrado correspondió a 10 puntos y el máximo desagradado a 0 punto²¹. Previo a las evaluaciones, a los alumnos durante dos semanas con los diferentes tratamientos de la barra, en horarios de refrigerio, con el propósito que ésta les fuese familiar al momento de la evaluación así se logró determinar cuál de los tratamientos tiene mayor aceptabilidad.

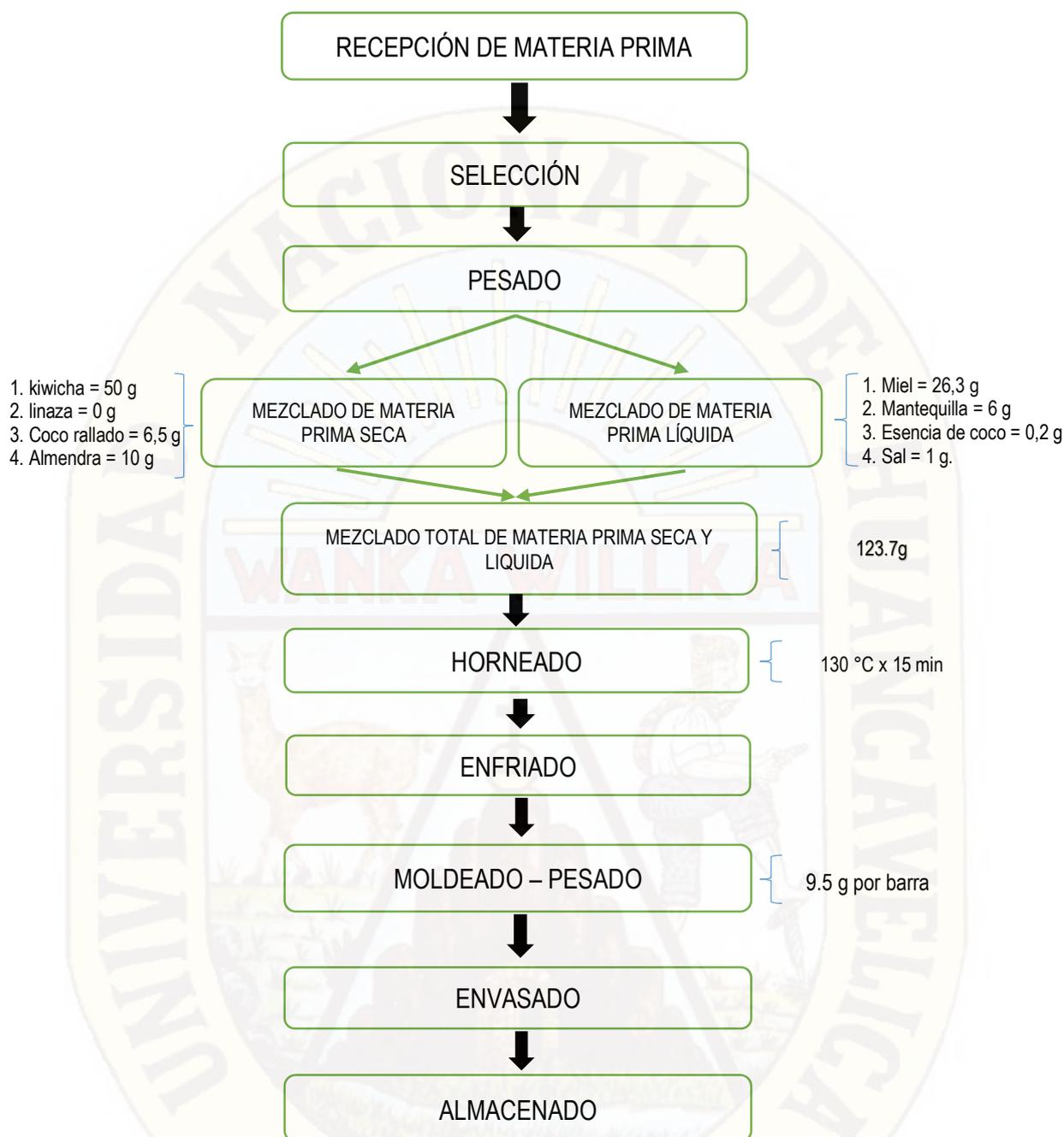


Figura 1. Proceso estandarizado de barras energéticas de kiwicha y linaza.

Análisis fisicoquímico – químico proximal

El análisis fisicoquímico - químico proximal se realizó al tratamiento con mayor aceptabilidad así se pudo determinar el porcentaje de:

- Humedad por el método AOAC 934,01.
- Proteínas totales por el método NTE INEN 16.
- Cenizas por el método AOAC 923,03.
- Fibra por el método WEENDE (Análisis proximal).

- Grasa por el método NTE INEN 523.
- Carbohidratos fue calculado por un cálculo por diferencia.

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó al tratamiento con mayor aceptabilidad así se pudo determinar los porcentajes de:

- Mohos (UFC/g.) por el método AOAC 2000.
- Levaduras (UFC/g.) por el método AOAC 2000.
- Coliformes totales (UFC/g): por el método AOAC 2000.

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio # 12; de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP).

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se empleó el Diseño de mezclas Simplex con Centroide ampliado²³, del paquete estadístico Minitab versión 16, que nos da una adecuada representación estadística respecto al universo de mezclas, considerando una región experimental.

Resultados y Discusiones

Tabla 1. Análisis de varianza para Olor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Suma de Cuadrados Ajust.	Cuadrados Medios Ajust.	F	P
Regresión Lineal	1	7,500	7,500	7,4997	15,71	0,000*
Error residual	148	70,647	70,647	0,4773		
Total	149	78,147				

* Significativo al 0,05.

La tabla 1 muestra el análisis de varianza para un modelo lineal aplicado al olor. El análisis de varianza para el olor, determinó que, el modelo lineal, es significativo ($p < 0,05$), a pesar que tenía un $R^2 = 9,60\%$, comparado con el $R^2 = 9,90\%$, del modelo cuadrático, el cual mostró no tener significancia ($p > 0,05$). Por lo tanto, estas variables independientes (proporción de kiwicha y linaza) se correlacionan mejor con el olor de la barra alimenticia, mediante un modelo lineal. Por lo tanto, existe un coeficiente de determinación ($R^2 = 9,60\%$) entre las variables del modelo, muy débil según Hernández-Sampieri²⁰.

Tabla 2. Coeficientes de regresión estimados para Olor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Término	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor t	Valor p	VIF
Kiwicha	5,803	0,09771	*	*	1,125
Linaza	5,171	0,09771	*	*	1,125
S = 0,690903		R ² = 9,60%			
Modelo matemático: $Y = 5,803 x_1 + 5,171 x_2$					

Y: olor, x₁: kiwicha, x₂: linaza.

La tabla 2 muestra la estimación de los coeficientes de regresión para el olor. El VIF indica que, los predictores: proporción de kiwicha (x₁) y proporción de linaza (x₂); están moderadamente correlacionados (1 < VIF < 5) con el olor de las barras alimenticias. El modelo lineal que se establece es: $Y = 5,803 x_1 + 5,171 x_2$.

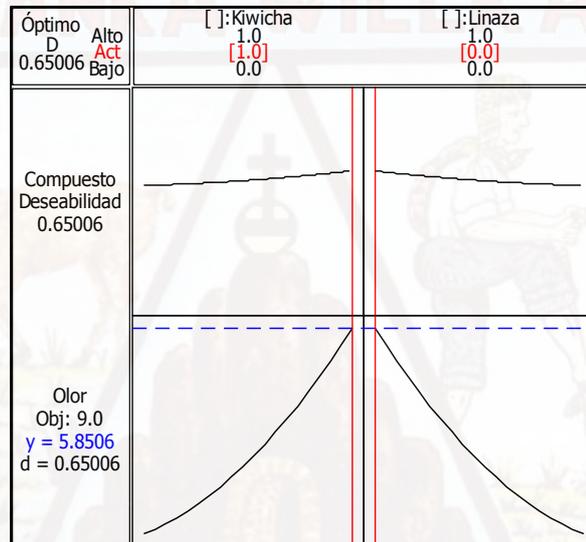


Figura 2. Gráfico optimizador de respuesta para el Olor de las barras energéticas.

En la figura 2 se presenta la gráfica de optimizador de respuesta para el olor de la barra alimenticia, y se muestra que, el mejor olor se obtiene con una proporción de 1 y linaza de 0, con un puntaje de 5,85. La deseabilidad fue de 0,65.

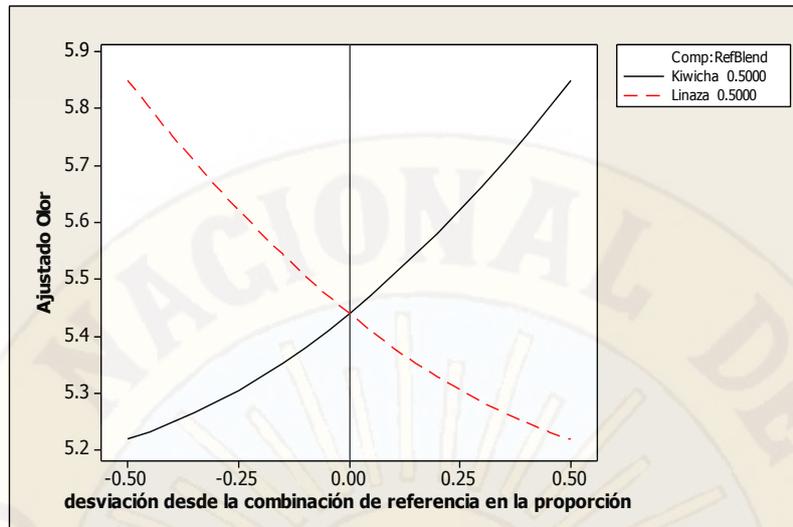


Figura 3. Gráfico de rastreo de respuesta para el Olor de las barras energéticas.

En la figura 3 se presenta la gráfica de rastreo de respuesta para el olor de la barra alimenticia, esta indica que, el olor mejora al aumentar la proporción de kiwicha, mientras la proporción de linaza disminuye.

Tabla 3. Análisis de varianza para Color (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Suma de Cuadrados Ajust.	Cuadrados Medios Ajust.	F	P
Regresión	2	15,759	15,759	7,8797	17,25	0,000*
Lineal	1	2,521	2,521	2,5208	5,52	0,020*
Cuadrática	1	13,239	13,239	13,2385	28,98	0,000*
Kiwicha*Linaza	1	13,239	13,239	13,2385	28,98	0,000*
Error residual	147	67,141	67,141	0,4567		
Falta de ajuste	2	23,506	23,506	11,7531	39,06	0,000*
Error puro	145	43,635	43,635	0,3009		
Total	149	82,901				

* Significativo al 0,05.

La tabla 3 muestra el análisis de varianza para un modelo cuadrático del color. El análisis de varianza para el color, determinó que, cuadrática, es significativa ($p < 0,05$). Ello implica que, la proporción de kiwicha, linaza y la interacción de ambas tienen un efecto estadístico significativo en el color ($p < 0,05$). Esto es respaldado por la Falta de Ajuste significativa ($p < 0,05$), que indica que, existe una curvatura en los datos. Por lo tanto, con un $R^2 = 19,01\%$ muy débil según Hernández-Sampieri²⁰.

Tabla 4. Coeficientes de regresión estimados para Color (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.

Término	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor t	Valor p	VIF
Kiwicha	5,837	0,1161	*	*	1,661
Linaza	6,204	0,1161	*	*	1,661
Kiwicha*Linaza	-2,841	0,5276	-0,538	0,000	2,429
S = 0,675827 R ² = 19,01 %					
Modelo cuadrático: $Y = 5,837 x_1 + 6,204 x_2 - 2,841 x_1.x_2$					

Y: olor, x_1 : kiwicha, x_2 : linaza.

La tabla 4 muestra la estimación de los coeficientes de regresión de color, para un modelo cuadrático; el VIF indica que, los predictores: proporción de kiwicha, proporción de linaza y el efecto combinado de ambas proporciones; están moderadamente correlacionados ($1 < VIF < 5$) con el color de la barra alimenticia. El modelo cuadrático que predice el color es: $Y = 5,837 x_1 + 6,204 x_2 - 2,841 x_1.x_2$

En la figura 4 se presenta la gráfica de optimizador de respuesta para el color de la barra alimenticia, se muestra que, el mejor color se obtiene con una proporción de 0 y linaza de 1, con un puntaje de 6,20. La deseabilidad fue de 0,68929. En la figura 5 se presenta la gráfica de rastreo de respuesta para el color de la barra alimenticia, esta indica que, el color mejora al aumentar la proporción de kiwicha y de linaza.

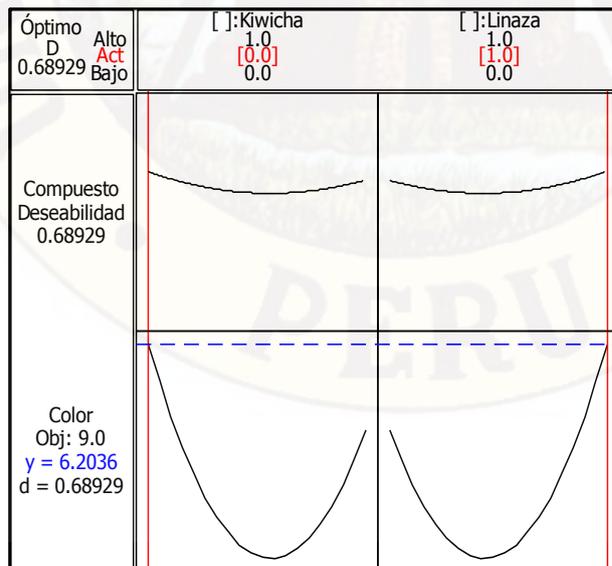


Figura 4. Gráfico optimizador de respuesta para el Color de las barras energéticas.

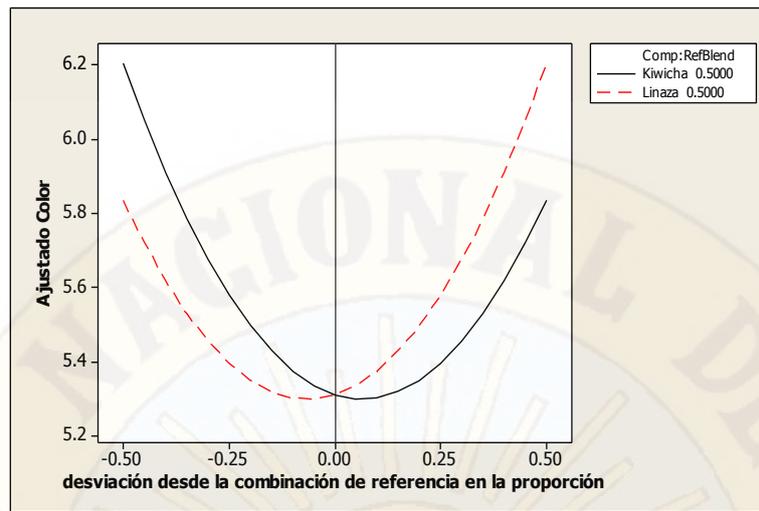


Figura 5. Gráfico de rastreo de respuesta para el Color de las barras energéticas.

Tabla 5. Análisis de varianza para Sabor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Suma de Cuadrados Ajust.	Cuadrados Medios Ajust.	F	P
Regresión Lineal	1	4,087	4,087	4,0872	9,68	0,002*
Error residual	148	62,473	62,473	0,4221		
Total	149	66,560				

* Significativo al 0,05.

La tabla 5 muestra el análisis de varianza para un modelo lineal del sabor. El análisis de varianza para el sabor, determinó que, el modelo lineal, es significativo ($p < 0,05$), en cambio del modelo cuadrático ($p > 0,05$), que inclusive mostró una falta de ajuste no significativa ($p > 0,05$), lo que se traduce en una falta de curvatura en el modelo. Por lo tanto, estas variables proporción de kiwicha y linaza se correlacionan mejor con el sabor en un modelo lineal.

Tabla 6. Coeficientes de regresión estimados para Sabor (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Término	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor t	Valor p	VIF
Kiwicha	6,595	0,09188	*	*	1,125
Linaza	6,128	0,09188	*	*	1,125
S = 0,649704 R ² = 6,14%					
Modelo matemático: $Y = 6,595 x_1 + 6,128 x_2$					

Y: olor, x₁: kiwicha, x₂: linaza.

La tabla 6 muestra la estimación de los coeficientes de regresión para el sabor en un modelo lineal. El VIF indica que, los predictores: proporción de kiwicha, proporción de linaza y el efecto combinado de ambas proporciones; están moderadamente correlacionados ($1 < VIF < 5$) con el color de las barras alimenticias. El valor de R^2 muestra que, las variables del modelo explican un 7,02 % de la variación en el sabor, siendo muy débil según Hernández-Sampieri²⁰.

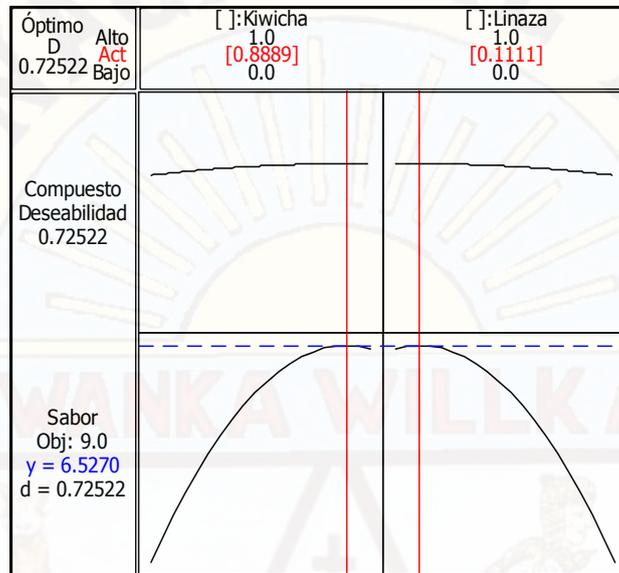


Figura 6. Gráfico optimizador de respuesta para el Sabor de las barras energéticas.

En la figura 6 se presenta la gráfica de optimizador de respuesta para el color de la barra alimenticia, se muestra que, el mejor color se obtiene con una proporción de 0,8889 y linaza de 0,1111, con un puntaje de 6,527. La deseabilidad fue de 0,72522.

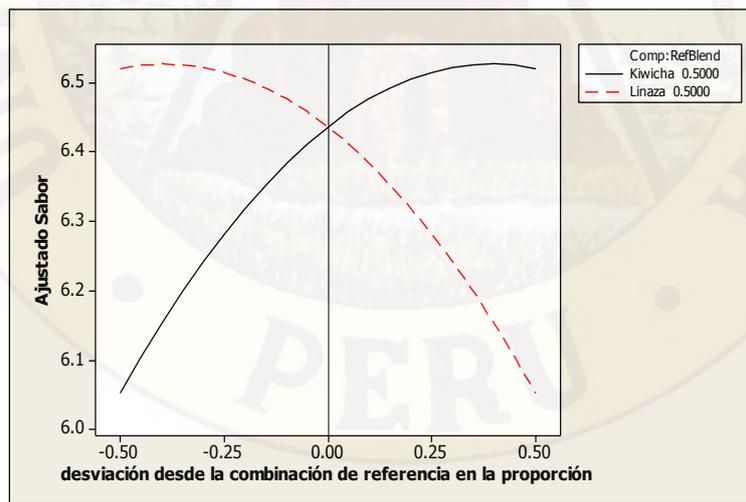


Figura 7. Gráfico de rastreo de respuesta para el Sabor de las barras energéticas.

En la figura 7 se presenta la gráfica de rastreo de respuesta para el sabor de la barra alimenticia, esta indica que, el sabor mejora al aumentar la proporción de kiwicha y reducir la proporción de linaza.

Tabla 7. Análisis de varianza para Textura (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Suma de Cuadrados Ajust.	Cuadrados Medios Ajust.	F	P
Regresión	2	1,6349	1,6349	0,8174	1,60	0,206
Lineal	1	1,5624	1,5624	1,5624	3,05	0,083
Cuadrática	1	0,0725	0,0725	0,0725	0,14	0,707
Kiwicha*Linaza	1	0,0725	0,0725	0,0725	0,14	0,707
Error residual	147	75,1963	75,1963	0,5115		
Falta de ajuste	2	22,5351	22,5351	11,2676	31,02	0,000*
Error puro	145	52,6612	52,6612	0,3632		
Total	149	76,8312				

* Significativo al 0,05.

La tabla 7 muestra el análisis de varianza para un modelo cuadrático de la textura. El análisis de varianza para la textura, determinó que, el modelo lineal (0,083) y cuadrático (0,707), no son significativos ($p > 0,05$); sin embargo, el lineal posee un valor p más bajo. Así mismo, la interacción de las variables (proporción de kiwicha y linaza) no tiene un efecto estadístico significativo en la textura ($p > 0,05$). La falta de ajuste es significativa ($p < 0,05$), que indica que, existe una curvatura en el modelo. Se establece entonces que, el modelo cuadrático describe la relación de las variables con la textura, con un $R^2 = 2,13 \%$, que es muy débil según Hernández-Sampieri²⁰.

Tabla 8. Coeficientes de regresión estimados para textura (proporciones del componente) para un modelo cuadrático.

Término	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor t	Valor p	VIF
Kiwicha	5,7915	0,1129	*	*	1,661
Linaza	5,5028	0,1129	*	*	1,661
Kiwicha*Linaza	0,2102	0,5584	0,38	0,707	2,429

S = 0,71522 $R^2 = 2,13 \%$

Modelo cuadrático: $Y = 5,7915 x_1 + 5,5028 x_2 + 0,2102 x_1.x_2$

Y: olor, x_1 : kiwicha, x_2 : linaza.

La tabla 8 muestra la estimación de los coeficientes de regresión para la textura. El VIF indica que, los predictores: proporción de kiwicha, de linaza y el efecto combinado de ambas proporciones;

están moderadamente correlacionados ($1 < VIF < 5$) con la textura de las barras alimenticias. El modelo cuadrático es: $Y = 5,7915 x_1 + 5,5028 x_2 + 0,2102 x_1 \cdot x_2$

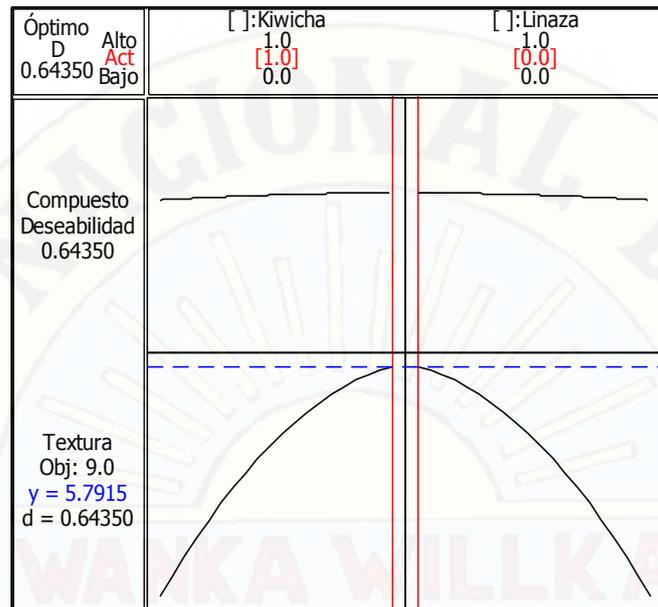


Figura 8. Gráfico optimizador de respuesta para la Textura de las barras energéticas.

En la figura 8, se presenta la gráfica de optimizador de respuesta para la textura de la barra alimenticia, se muestra que, la mejor textura se obtiene con una proporción de 1,0 y linaza de 0,0, con un puntaje de 5,7915. La deseabilidad fue de 0,64350.

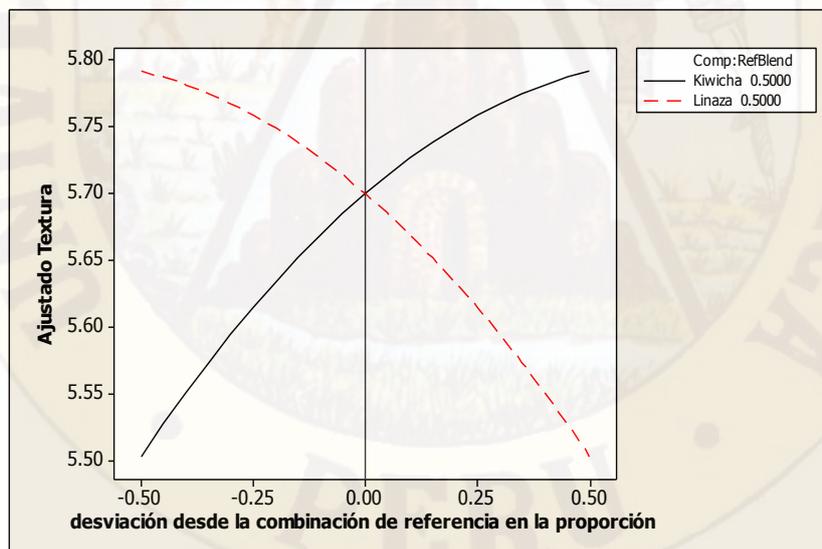


Figura 9. Gráfico de rastreo de respuesta para la Textura de las barras energéticas.

En la figura 9, se presenta la gráfica de rastreo de respuesta para la textura de la barra alimenticia, esta indica que, la textura mejora al aumentar la proporción de kiwicha y reducir la proporción de linaza.

Tabla 9. Análisis de varianza para Apariencia General (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Suma de Cuadrados Ajust.	Cuadrados Medios Ajust.	F	P
Regresión Lineal	1	27,040	27,040	27,040	71,17	0,000*
Error residual	148	56,233	56,233	0,3799		
Total	149	83,273				

* Significativo al 0,05.

La tabla 9 muestra el análisis de varianza para un modelo lineal en la apariencia general. El análisis de varianza para la apariencia general, determinó que, el modelo lineal ($p = 0,000$), es significativa ($p < 0,05$), mas no el modelo cuadrático ($p = 0,119$), ni la interacción ($p = 0,119$). La falta de ajuste es no significativa ($p > 0,05$), lo que significa que, no hay curvatura en el modelo.

Tabla 10. Coeficientes de regresión estimados para Apariencia General (proporciones del componente) para un modelo de primer orden.

Término	Coefficiente de regresión	Error estándar	Valor t	Valor p	VIF
Kiwicha	6,247	0,09188	*	*	1,125
Linaza	5,046	0,09188	*	*	1,125
S = 0,616401		R ² = 32,47%			
Modelo matemático: $Y = 6,247 x_1 + 5,046 x_2$					

Y: olor, x_1 : kiwicha, x_2 : linaza.

La tabla 10 muestra la estimación de los coeficientes de regresión para la apariencia general. El VIF indica que, los predictores: proporción de kiwicha y de linaza; están moderadamente correlacionados ($1 < VIF < 5$) con la apariencia general de la barra alimenticia. El valor de R² muestra que, el modelo explica un 33,58 % de la variación en la apariencia general, y es débil según Hernández-Sampieri²⁰.

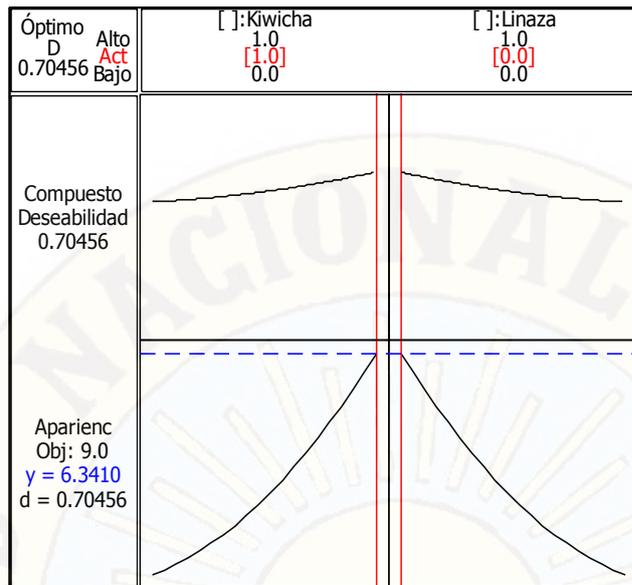


Figura 10. Gráfico optimizador de respuesta para la Apariencia General de las barras energéticas.

En la figura 10, se presenta la gráfica de optimizador de respuesta para la apariencia general de la barra alimenticia, se muestra que, la mejor apariencia general se obtiene con una proporción de 1,0 y linaza de 0,0, con un puntaje de 6,3410. La deseabilidad fue de 0,70456.

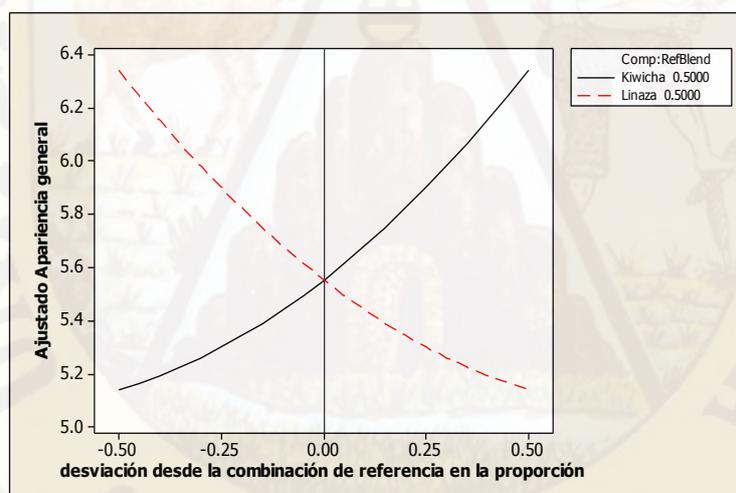


Figura 11. Gráfico de rastreo de respuesta para la Apariencia General de las barras energéticas.

En la figura 11, se presenta la gráfica de rastreo de respuesta para la apariencia general de la barra alimenticia, esta indica que, la apariencia general mejora al aumentar la proporción de kiwicha y reducir la proporción de linaza.

Tabla 11. Resumen del resultado del diseño de mezclas.

Característica sensorial	Proporción de kiwicha/linaza	Modelo matemático	Resultado óptimo	R ²
--------------------------	------------------------------	-------------------	------------------	----------------

Olor	1/0	$Y = 5,803 x_1 + 5,171 x_2$	5,803	9,60 % (*)
Color	0/1	$Y = 5,837 x_1 + 6,204 x_2 - 2,841$	3,363	19,01 % (**)
		$x_1 \cdot x_2$		
Sabor	0,8889/0,1111	$Y = 6,595 x_1 + 6,128 x_2$	6,5431	6,14 % (*)
Textura	1/0	$Y = 5,7915 x_1 + 5,5028 x_2 +$ $0,2102 x_1 \cdot x_2$	5,7915	2,13 % (**)
Apariencia general	1/0	$Y = 6,247 x_1 + 5,046 x_2$	6,247	33,58 % (*)

(*) Modelo lineal

(**) Modelo cuadrático

La tabla 11 muestra que, de todas las características sensoriales que se evaluaron la apariencia general, viene a ser la que mejor fue explicada por la prueba con $R^2 = 33,58 \%$ (determinación débil). Esto permite deducir que, la barra alimenticia tiene una apariencia general de 6,247 máximas con una proporción de kiwicha de 1,0, y una proporción de linaza de 0,0. Las demás características tienen muy bajo R^2 (determinación muy débil) y, por lo tanto, sus resultados no son aptos para ser tomados en cuenta en el diseño de la barra alimenticia de kiwicha y linaza. Como se puede estimar, se le pidió al juez, que se asigne un valor numérico para el grado de satisfacción en cuanto a olor, color, sabor, textura y apariencia general. Los resultados obtenidos con este tipo de cuestionarios no proporcionan información útil alguna, según Anzaldúa-Morales, Lever, & Vernon²⁴, y las conclusiones que se derivaron de ellos son incorrectas por las siguientes razones, de acuerdo a lo develado: baja correlación, los puntajes son similares en todos los casos, no existe efecto de los predictores en las variables de respuesta, el término "textura" es muy vago en este tipo de cuestionario, entre otros. Una alternativa que ha sido propuesta para este tipo de evaluaciones por Larmond²⁵, consiste en utilizar una escala hedónica para calificar el grado de satisfacción global de la muestra, e incluir una sección en la que se dé oportunidad a los jueces para que expresen sus comentarios. En este caso, el investigador o director de la prueba puede clasificar los comentarios en cuanto a si corresponden a características de textura, sabor o apariencia, tomando en cuenta si se aplican a una muestra que recibió calificaciones en el rango de sensaciones placenteras o desagradables, según Anzaldúa-Morales²⁶.

Tabla 12. Promedio de puntajes en las características sensoriales por tratamiento.

Tratamiento	Estadístico	Olor	Color	Sabor	Textura	Apariencia
1	\bar{x}	5,58	6,27	6,48	6,30	5,14
	σ	0,90	0,54	0,42	0,62	0,56
2	\bar{x}	5,12	5,93	5,96	5,22	5,23

3	σ	0,60	0,50	0,72	0,71	0,64
	\bar{x}	5,87	5,95	6,58	5,97	6,25
4	σ	0,68	0,63	0,76	0,63	0,69
	\bar{x}	5,66	5,33	6,43	5,51	6,07
5	σ	0,61	0,57	0,65	0,48	0,52
	\bar{x}	5,20	4,84	6,36	5,37	5,55
	σ	0,55	0,50	0,59	0,54	0,60

\bar{x} : promedio

σ : desviación estándar

Tabla 13. Resultados del análisis fisicoquímico de la barra alimenticia con mayor aceptabilidad para su consumo.

Análisis	Porcentaje	Método de referencia
Humedad	14,64%	AOAC 934,01
Proteína	7,19%	NTE INEN 16
Ceniza	1,52%	AOAC 923,03
Fibra	4,18%	Método Weende (Análisis proximal)
Grasa	12,95%	NTE INEN 523
Carbohidratos Totales	59,52%	Cálculo por diferencia

Las barras energéticas elaboradas tienen una composición equilibrada (tabla 13) y en términos generales aportan cada 100 g: 59,52 g de carbohidratos, pues los hidratos de carbono no deben encontrarse por debajo del 50% de la energía total, según González *et al.*²⁷; 7,19 g de proteínas, lo recomendable es consumir de 12-38 g /día, de acuerdo a la edad y peso, como señala Salge²⁸. Contiene fibra de 4,18 g (lo recomendable es una ingesta de más de 25 g / día). De grasa tiene 12,95 g (no debe sobrepasar de los 50 g/día). 1,52 g de cenizas. Y contiene 14,64 g de agua estos resultados son ligeramente superiores con lo que, indican Astiasarán y Martínez²⁹ respecto a que, el contenido de agua en los cereales no puede superar el 14%; factor que se toma en cuenta debido a que estas barras constan de 85% de cereales en su formulación.

Las barras energéticas elaboradas tienen características microbiológicas aceptables (tabla 20). Mohos 1.0×10 UFC/g, valor que está por debajo del límite de 1×10^2 . Levadura menor a 10 UFC/g, cuyo valor es menor al límite permitido de 1×10^2 , Coliformes totales menor a 10 UFC/g, cuyo valor es menor al límite de 20. Todos estos límites son señalados por De La Paz³.

Tabla 14. Resultados del análisis microbiológico de la barra alimenticia con mayor aceptabilidad para su consumo.

Análisis	Resultado (UFC/g)	Método de referencia
Mohos	1 x 10	AOAC 2000
Levaduras	Menor a 10	AOAC 2000
Coliformes totales	Menor a 10	AOAC 2000

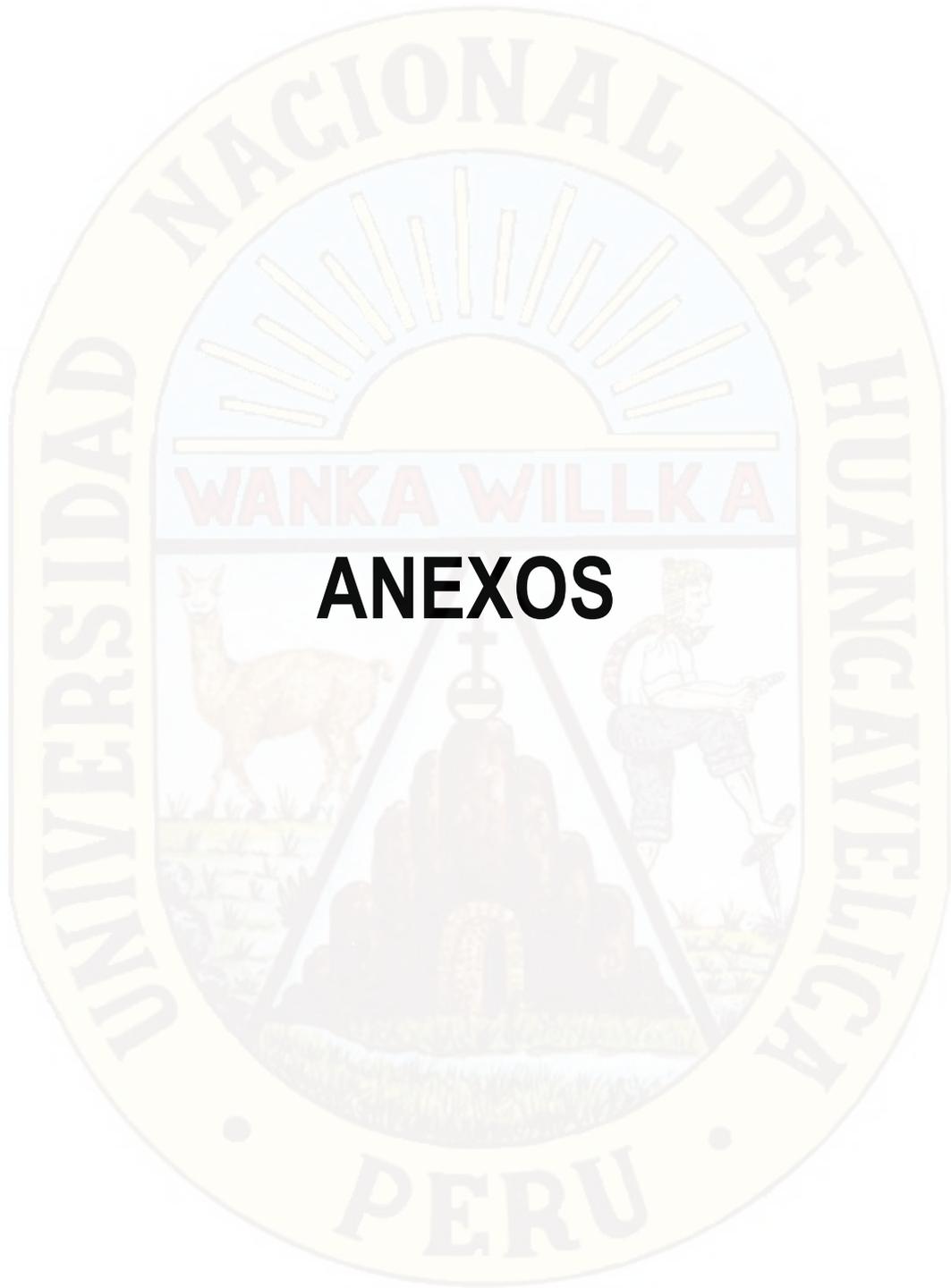
Conclusiones

La evaluación sensorial ha determinado que: 1) la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) afectan significativamente ($p < 0,05$) las características sensoriales de la barra alimenticia en cuanto a olor, sabor y apariencia general, y que se ajustan a un modelo lineal con un coeficiente de determinación muy débil (9,60 % y 6,14 %), y sólo débil en el caso de apariencia general (33,58 %); 2) la proporción de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), linaza (*Linum usitatissimum* L.) y la interacción de ambas variables, afectan significativamente ($p < 0,05$) al color y textura, tiene un coeficiente de determinación muy débil con respecto al color ($R^2 = 19,01$ %) y a la textura ($R^2 = 2,13$ %), relacionándose mediante un modelo cuadrático. Se ha determinado que, las características fisicoquímicas de la barra alimenticia de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) con aceptabilidad general óptima, están acorde con las necesidades nutricionales y son las siguientes: Humedad (14,64%), Proteína (7,19%), Ceniza (1,52 %), Fibra (4,18 %), Grasa (12,95%) y Carbohidratos totales (59,52 %). Las características microbiológicas de la barra alimenticia de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) con aceptabilidad general óptima, cumplen con los lineamientos de calidad requeridos, y son los siguientes: Mohos (1 x 10), Levaduras (menor a 10), Coliformes totales (menor a 10). Se ha determinado que, las proporciones óptimas de la barra alimenticia son: kiwicha (1) y linaza (0) y cumple con las características fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas.

Referencias Bibliográficas

1. Reyes P. Química de los alimentos, 4a ed. Distrito Federal – México: Pearson Educación de México; 1985.
2. Majan KKL, Stump S. Nutrición y dietoterapia de Krause. 10ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2001.
3. Iñarritu M, Vega L. 2001. Las barras de cereales como alimento funcional en los niños. Revista mexicana de Pediatría. 2007; 68(1): 8-12.

4. Báez L, Borja A. "Elaboración de una barra energética a base de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) como fuente de Omega 3 y 6". Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito. Ecuador; 2013.
5. Medina Herrera M. "Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*)". Tegucigalpa, Honduras: Universidad Zamorano; 2006.
6. Ochoa Saltos C. "Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa apicare". Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2012.
7. Ramos Díaz M. "Elaboración de una barra energética con aporte proteico de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*), para un grupo de deportistas de aventura de la ciudad de Riobamba". Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo; 2011.
8. Gutiérrez Pulido H, de la Vara Salazar, R. *Análisis y diseño de experimentos*. México: Mc Graw Hill Interamericana; 2012.
9. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill Interamericana; 2006.
10. Anzaldúa-Morales A, Lever C, Vernon E. Nuevos métodos de evaluación sensorial y su aplicación en reología y textura. *Tecnología de alimentos*. 1983; 18(5): 4.
11. Larmond E. *Laboratory methods for sensory evaluation of foods*. Can Dept: Agr. Publ; 1977.
12. Anzaldúa-Morales A. "The texture of fibrous fruits and vegetables". Surrey, Inglaterra: University of Reading; 1982.
13. González J, Sánchez P, Mataix J. Nutrición en el deporte: ayudas ergogénicas y dopaje. España: Fundación Universitaria Iberoamericana, Ediciones Díaz de Santos; 2006.
14. Salge J. Nutrición y usted. 3a ed. Boston – USA: Benjamin-Cummings Publishing Company; 2014.
15. Astiasarán I, Martínez J. Alimentos Composición y Propiedades. 2a ed. México: Edic. Editorial McGraw-Hill – Interamericana SA; 2003.
16. De la Paz V. "Elaboración de Barras Energéticas para Escolares a partir de Subproductos Industriales de Soya y Maíz". Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2012.



ANEXOS

ANEXO N° 01

Cartilla de Evaluación Sensorial

Evaluación Sensorial de Barras Alimenticias

Juez N° _____

Nombre: _____ Fecha: _____

Se le invita a la evaluación de la muestra de barra alimenticia mediante una escala no estructurada. Señale dentro de la línea de la izquierda con una marca la ubicación de acuerdo a su nivel de grado, y luego a la derecha coloque el número de la muestra.

CARACTERISTICA SENSORIAL: _____

MUESTRA

No me agrada _____ Me agrada mucho

Muchas Gracias.

ANEXO N° 02

Resultados de Evaluación Sensorial del Tratamiento 1

	Olor	Color	Sabor	Textura	Apariencia general
	5,0	6,1	5,9	5,9	5,0
	5,4	6,7	6,7	5,6	5,2
	5,2	6,2	5,9	6,9	5,7
	5,5	5,9	6,7	5,8	5,9
	5,1	6,6	6,4	7,0	4,9
	5,3	5,3	6,6	6,8	5,2
	5,2	8,0	7,3	7,0	5,3
	5,0	6,7	6,0	7,0	4,5
	5,5	6,7	6,7	7,2	4,2
	5,6	6,4	7,0	6,7	4,0
	5,1	5,7	6,6	6,9	4,9
	6,1	5,5	5,8	5,8	5,2
	6,9	5,9	6,1	6,0	5,8
	6,0	5,2	7,0	5,9	5,2
	5,7	6,5	6,3	6,1	4,9
	5,9	6,0	6,4	5,7	5,2
	5,8	6,2	6,1	6,0	5,8
	5,9	6,0	7,0	5,9	5,2
	5,7	6,9	6,9	7,0	5,8
	6,1	6,9	6,7	5,9	4,9
	6,2	6,6	7,2	7,1	5,2
	5,9	6,3	6,4	5,9	4,9
	5,9	6,3	6,0	6,9	4,6
	3,9	6,5	6,8	7,0	4,3
	4,3	6,0	6,2	5,7	5,1
	3,7	6,0	6,0	5,8	5,0
	6,5	6,3	6,1	6,4	4,3
	6,4	6,2	6,2	6,8	6,1
	4,3	6,2	6,7	5,1	5,8
	8,3	6,2	6,7	5,3	6,1
\bar{x}	5,58	6,27	6,8	6,30	5,14
σ	0,90	0,54	0,42	0,62	0,56

ANEXO N° 03

Resultados de Evaluación Sensorial del Tratamiento 2

	Olor	Color	Sabor	Textura	Apariencia general
	5,6	5,1	5,7	4,9	4,1
	4,5	5,8	6,1	4,5	5,8
	4,4	6,4	6,5	4,9	5,2
	4,9	5,5	6,0	4,4	4,4
	4,8	5,8	6,3	5,4	6,1
	6,0	5,4	6,2	6,0	4,2
	5,7	5,6	5,9	5,1	5,9
	5,9	5,2	6,6	5,9	4,6
	6,0	5,6	5,7	5,9	4,4
	5,8	6,2	6,2	6,1	6,2
	5,3	5,9	5,3	4,7	4,7
	4,9	5,4	5,8	4,5	5,1
	4,2	5,4	5,7	4,3	4,8
	4,0	6,9	6,2	4,1	5,4
	5,3	6,0	5,5	4,6	5,0
	4,9	6,4	5,8	4,5	5,1
	4,2	6,4	4,8	4,0	4,8
	4,7	6,9	5,2	4,5	5,4
	5,0	6,1	6,9	5,1	5,5
	5,6	5,5	7,8	6,0	5,8
	4,9	5,6	7,2	6,1	5,3
	5,9	6,1	6,4	5,0	4,6
	6,0	6,7	4,7	6,3	4,9
	5,2	6,9	5,9	6,1	6,2
	4,6	6,2	6,2	6,2	5,8
	5,7	5,7	5,1	5,4	5,0
	4,6	5,7	4,6	5,2	6,2
	4,5	5,8	5,8	5,8	5,0
	5,5	6,0	6,9	5,3	6,3
	5,1	5,8	5,9	5,7	5,0
\bar{x}	5,12	5,93	5,96	5,22	5,23
σ	0,60	0,50	0,72	0,71	0,64

ANEXO N° 04

Resultados de Evaluación Sensorial del Tratamiento 3

	Olor	Color	Sabor	Textura	Apariencia general
	4,9	6,0	6,8	6,9	5,9
	5,1	6,4	5,2	4,9	7,0
	5,5	6,3	5,2	5,6	7,1
	6,0	5,0	6,6	5,5	6,6
	6,2	6,6	6,4	6,5	5,2
	5,0	5,1	6,3	6,3	5,9
	6,3	5,7	6,7	5,2	5,0
	6,2	6,4	6,7	6,0	5,9
	6,1	7,0	6,8	6,3	5,7
	6,9	5,6	7,5	5,4	7,4
	5,7	5,0	6,1	5,2	6,2
	5,6	6,0	6,5	5,9	7,1
	5,3	6,1	5,7	5,2	6,9
	6,4	5,1	5,6	5,4	5,6
	5,8	5,5	6,5	6,3	6,8
	5,6	7,0	7,4	5,9	6,9
	4,8	6,1	6,8	6,9	6,9
	6,4	5,1	5,9	5,4	5,6
	6,2	5,6	6,7	6,5	5,9
	6,4	5,9	7,4	6,4	5,9
	4,8	6,2	7,9	5,4	6,0
	5,1	6,5	5,5	5,4	6,3
	7,0	6,9	6,8	6,7	5,3
	6,4	4,9	7,5	6,9	7,2
	6,3	5,8	6,4	5,2	7,0
	5,2	6,4	7,6	6,0	6,5
	5,0	7,0	5,9	6,7	5,9
	6,5	5,8	6,6	5,9	5,9
	6,9	5,6	6,2	7,1	6,9
	6,6	5,8	8,2	6,0	5,1
\bar{x}	5,87	5,95	6,58	5,97	6,25
σ	0,68	0,63	0,76	0,63	0,69

ANEXO N° 5

Resultados de Evaluación Sensorial del Tratamiento 4

	Olor	Color	Sabor	Textura	Apariencia general
	5,8	5,0	5,9	5,7	6,0
	5,5	4,5	7,7	4,9	6,5
	6,6	5,7	5,9	5,0	6,6
	5,2	5,4	6,4	6,0	7,2
	5,4	6,0	7,1	6,0	5,5
	5,1	6,1	6,4	6,1	5,3
	6,6	5,4	7,3	5,5	6,0
	5,4	5,6	7,1	6,1	6,4
	6,6	4,5	7,5	6,2	5,8
	6,1	4,6	7,2	6,0	5,3
	5,9	5,6	5,8	5,0	5,6
	5,0	4,9	6,2	4,9	5,9
	6,3	5,2	6,1	4,8	6,1
	4,9	5,6	5,1	5,4	6,8
	6,2	4,9	5,7	5,6	5,4
	5,0	4,9	6,2	4,9	5,9
	5,5	5,2	6,1	4,8	6,1
	4,9	5,6	5,6	5,4	6,8
	5,4	5,9	5,7	5,8	6,1
	6,1	6,5	6,4	6,2	5,7
	6,4	5,6	7,0	5,4	6,0
	5,4	4,5	6,0	5,4	5,7
	5,2	5,6	7,3	5,4	6,0
	6,5	5,6	7,1	6,1	5,6
	5,2	5,4	6,3	5,0	6,0
	4,9	4,6	6,1	4,9	5,6
	6,1	4,8	7,1	5,6	5,8
	6,5	6,2	5,9	5,3	6,8
	5,2	4,5	6,2	6,1	6,8
	4,9	6,0	6,4	5,9	6,9
\bar{x}	5,66	5,33	6,43	5,51	6,07
σ	0,61	0,57	0,65	0,48	0,52

ANEXO N° 06

Resultados de Evaluación Sensorial del Tratamiento 5

	Olor	Color	Sabor	Textura	Apariencia general
	5,0	5,3	6,7	6,4	4,5
	5,4	5,0	6,8	5,4	6,2
	5,2	4,8	6,2	4,7	5,9
	5,5	5,3	6,9	5,2	5,0
	5,1	4,1	6,7	6,0	6,1
	5,3	3,8	6,1	6,1	5,0
	5,2	4,3	6,8	5,2	5,2
	5,0	4,2	6,6	5,7	6,6
	5,5	4,6	6,7	5,8	5,0
	5,6	3,8	6,5	5,5	5,1
	5,1	5,7	5,8	5,1	5,3
	5,9	5,3	7,2	4,9	6,6
	4,2	4,9	5,5	4,6	5,5
	5,2	5,1	5,1	4,8	5,1
	5,4	5,6	6,2	5,9	5,0
	5,9	5,3	7,2	4,7	6,6
	4,2	5,5	5,5	4,5	5,5
	5,2	5,1	5,8	4,9	5,1
	5,0	4,7	7,1	6,1	6,3
	6,0	4,6	6,7	5,8	5,0
	5,3	4,8	6,5	5,5	5,1
	4,1	4,7	6,6	6,0	5,9
	5,5	4,8	5,8	6,0	6,2
	4,5	4,3	6,1	5,9	5,5
	6,5	4,5	6,6	4,6	4,8
	5,5	4,9	7,0	4,9	5,3
	4,2	5,0	5,9	5,4	5,9
	5,1	4,6	5,9	5,2	6,4
	5,2	5,5	5,2	5,3	5,1
	5,3	5,2	7,1	5,0	5,8
\bar{x}	5,20	4,84	6,36	5,37	5,55
σ	0,55	0,50	0,59	0,54	0,60

ANEXO N° 07

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Resultado del Análisis Físicoquímico de la Barra Energética Alimenticia a base de kiwicha y linaza



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 1727 - 16 - LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JANET ROXANA TAYPE ARAUJO
 - 1.2 D.N.I. : 46229608
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 25 / 10 / 2016
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 07 / 11 / 2016
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 09 / 11 / 2016
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS EN BARRA ENERGÉTICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE BARRA ENERGÉTICA A BASE DE KIWICHA Y LINAZA
5. LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.1°C; Humedad relativa: 61 %
7. EQUIPOS UTILIZADOS
 - ROTAVAPOR, BUCHI.
 - BALANZA ANALÍTICA DIGITAL, SARTORIUS, CPA225D.
8. RESULTADOS EXPERIMENTALES

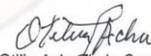
ANÁLISIS	RESULTADO	METODO DE REFERENCIA
Humedad, %	14.64	AOAC 934.01
Proteína, %	7.19	NTE INEN 16
Cenizas, %	1.52	AOAC 923.03
Fibra, %	4.18	Método Weende (Análisis proximal)
Grasa, %	12.95	NTE INEN 523
Carbohidratos totales, %	59.52	Calculado por diferencia

* Método de referencia para el cálculo de carbohidratos totales: <http://www.fao.org/docrep/006/y5022e/y5022e03.htm>

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.


Bach. Fiorella Meoño Barturén
Analista Químico
LABICER - UNI


M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Jefa de Laboratorio
Responsable de Análisis
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO N° 08

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Resultado del Análisis Microbiológico de la Barra Energética Alimenticia a base de kiwicha y linaza



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0557 - LCC - UNCP - 2016

SOLICITANTE : JANET ROXANA TAYPE ARAUJO.
DIRECCIÓN : ACOBAMBA - HUANCAMELICA.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : BARRAS ENERGÉTICAS A BASE DE KIWICHA Y LINAZA
MARCA : S/M
ENVASE : PAPEL CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 200g
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 26/10/16
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 02/11/16
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0557 - 2016

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
Numeración de Mohos (UFC/g)	1,0 x 10
Numeración de Levaduras (UFC/g)	Menor de 10
Numeración de Coliformes Totales (UFC/g)	Menor de 10

MÉTODO DE ENSAYO:

1. MOHOS : AOAC, 2000
2. LEVADURAS : AOAC, 2000
3. COLIFORMES : AOAC, 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN ASI COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.

LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 10 DE NOVIEMBRE DEL 2016.



Página 1/1

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias



Fotografía 01: selección y pesado de la Linaza



Fotografía 02: pesado de la materia prima



Fotografía 03: Mezclado de las materias primas líquidas



Fotografía 04: Horneado de la barra energética alimenticia