



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS



“Desarrollo del proceso tecnológico para la elaboración de barras nutritivas a partir de semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) endulzado con miel de panela como una nueva alternativa de snack saludable en el Ecuador”

Trabajo de Titulación, modalidad Propuesta Tecnológica, previa la obtención de Título de Ingeniería en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Autora: Verónica Patricia Silva Saquina

Tutora: Doc. Mayra Liliana Paredes Escobar

Ambato – Ecuador

Agosto - 2020

APROBACIÓN DEL TUTOR

PhD. Mayra Liliana Paredes Escobar

CERTIFICO:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación modalidad Propuesta Tecnológica, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 26 de junio del 2020



VERIFICADO DIGITALMENTE POR
**MAYRA LILIANA
PAREDES ESCOBAR**

Mayra Liliana Paredes Escobar, PhD.

C.I 0501873954

TUTORA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Silva Saquina Verónica Patricia, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo Titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Verónica Patricia Silva Saquina', with a horizontal line drawn underneath it.

Silva Saquina Verónica Patricia

C.I. 1723243794

AUTORA

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Propuesta Tecnológica, el mismo que ha sido elaborado de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:



Firmado digitalmente por:
LILIANA
ALEXANDRA
CERDA MEJIA

.....
Dra. Liliana Alexandra Cerda Mejía

C.I. 1804148086



Firmado digitalmente por:
DOLORES DEL ROCIO
ROBALINO MARTINEZ

.....
Ing. Dolores del Rocío Robalino Martínez

C.I. 1801769488

LUIS JAVIER TAPIA
VASCO

Firmado digitalmente por LUIS
JAVIER TAPIA VASCO
Fecha: 2020.09.08 13:48:48 -05'00'

.....
Ing. Luis Javier Tapia Vasco. Mg.

C.I. 050287011-6

Ambato, 11 de agosto del 2020

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación futura, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Verónica Silva', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Verónica Silva
C.I. 1723243794
AUTORA

DEDICATORIA

Con profundo amor, respeto y cariño a mi amiga, compañera y madre María, quien ha sido mi apoyo incondicional, mi fuerza y motor desde que decidí salir de mi casa, de la ciudad que viví toda la vida para emprender un nuevo camino y con ello un gran sueño. Sin ti mami no sé qué sería de mí, lo eres y serás todo el resto de la vida, porque eres mi “Polo a Tierra” y de ti he tenido la oportunidad de aprender todo. Gracias por el enorme sacrificio que has hecho, te adoro con toda mi alma y todo lo que he conseguido, te lo debo a ti, por ello este triunfo es mutuo.

A mis abuelos por estar pendientes de mí, por ser mis segundos padres y motivarme a seguir adelante. Gracias por siempre recibirme cada fin de semana con alegría a pesar de que dos días después me marchaba de nuevo, gracias por todo el amor y cariño que aún me tienen.

A mi ñaña Jacque y mis sobrinos Maylen y Emiliano, que son mis amores, que me llenaron de sonrisas y amor durante los años que pase lejos.

A mi mejor amigo Gabriel, a quien tuve la oportunidad de conocer durante todo mi periodo académico, siendo mi apoyo, mi compañía y mi respaldo; porque si de por si es difícil estudiar lejos vivir sola lo fue peor; pero llegaste a mi vida y te convertiste en aquel soporte que marco mucho en mi vida, y ojalá lo haya hecho yo también y tengamos más tiempo juntos, porque tenemos muchas otras metas que lograr.

A mis hermanos de vida Ari, Aleja, Erika, Vale y Andrés (Pas), que siempre estaban ahí, para preguntarme y apoyarme en cada momento que se podía; que durante estos años hemos pasado tantas cosas y aun así el cariño lo hemos mantenido como los primeros días que nos conocimos.

A Jey`C gracias por ayudarme en la fase final de esta gran experiencia, de verdad no sé qué hubiera hecho sin tu apoyo y grandes ideas.

Gracias a todos por confiar en mí y mostrarme siempre su apoyo y cariño incondicional.

Verónica Patricia Silva Saquina

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por guiarme y bendecirme a largo de mi vida, por darme la fortaleza y sabiduría para seguir mis sueños e ideales. Gracias a la vida por este gran logro.

Gracias a mi mejor amiga, mi compañera, mi mamá por ser mi motor para lograr mis metas, gracias por haberme acompañado a la distancia por tanto tiempo, gracias por ser mi consejera y comprenderme en los momentos difíciles, en especial cuando sentía que ya no podía me motivabas.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, por haberme permitido formarme como profesional. A mi tutora Ing. Mayra Paredes y de manera especial al Ing. Mario Álvarez, por brindarme su valioso tiempo, enseñanzas y conocimientos durante la realización de este proyecto.

A mis calificadores la Ing. Dolores Robalino y el Ing. Javier Tapia, por su ayuda y paciencia para lograr el desarrollo de mi Trabajo de Titulación.

A Gabriel, por aconsejarme y tenerme paciencia en los momentos que sentía que no podía más, que me tranquilizaba y me daba palabras de aliento.

A Jey`C y su familia por ser un soporte familiar, que supo acogerme, aconsejarme y ayudarme durante la realización de este proyecto.

No ha sido fácil el camino hasta ahora, pero lo intenté y lo conseguí. Gracias a todos por su amor, apoyo y comprensión.

Por fin, ¡lo conseguí!

Verónica Silva

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes investigativos	1
1.1.1. Barra energética	1
Beneficios	1
1.1.2. Sacha Inchi	2
Características del género y la familia	2
Morfología	2
Composición	3
Aporte nutricional	4
1.1.3. Quinoa	4
Características género y familia	4
Morfología	5
Composición	5
Aporte nutricional	6
1.1.4. Avena	6

Características del género y la familia	6
Aporte nutricional	7
1.1.5. Salvado de trigo	7
Características del género y familia	8
Aporte nutricional	8
1.1.6. Panela.....	8
Características del género y familia	9
Aporte nutricional	9
1.1.7. Pasas	9
Características del género y familia	10
Aporte nutricional	10
1.1.8. Piña deshidratada.....	11
Características	11
Aporte nutricional	11
1.2. Objetivos	12
1.2.1. Objetivo General	12
1.2.2. Objetivo Específicos	12
CAPITULO II	13
MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1. MATERIALES	13
2.1.1. Obtención de la materia prima	13
2.1.2. Materiales de laboratorio	13
2.1.3. Equipos empleados en la investigación	14
2.2. MÉTODOS	14
2.2.1. Diseño Experimental para la formulación de las barras de cereales ..	14
2.2.2. Análisis Físico-químicos	17
Análisis microbiológico	20
Análisis Sensorial	21
Análisis Proximal	22
Cenizas	22
Proteína	22
Humedad	23

Grasa	23
Fibra dietética	24
Carbohidratos	25
Energía calórica	25
Azúcares totales	25
Estimación de vida útil	26
2.2.3. Balance de materia y costos.....	27
2.2.4. Análisis Estadístico	28
CAPITULO III	29
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	29
3.1. Análisis físico - químico de las semillas y cereales como materia prima	29
3.2. Análisis Físicoquímicos de la Barra de cereal.....	31
3.2.1. Análisis Proximal.....	31
3.3. Análisis de Textura	35
3.4. Análisis Microbiológico	36
3.5. Análisis Sensorial.....	37
3.5.1. Aroma	39
3.5.2. Color	40
3.5.3. Textura	41
3.5.4. Sabor.....	42
3.5.5. Aceptabilidad.....	43
3.5.6. Análisis Proximal.....	44
3.6. Estimación del tiempo de vida útil.....	45
3.7. Balance de materia y costos	47
CAPITULO V	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1. CONCLUSIONES	50
5.2. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS	60
ANEXO 1. HOJA DE CATACIÓN	60
ANEXO 2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS BARRAS DE CEREAL...	61

ANEXO 3. ANÁLISIS SENSORIAL.....	69
ANEXO 4. ANÁLISIS PROXIMAL.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño factorial 2 ³ Barras de cereales	17
Tabla 2. Parámetros de balance de materia de las barras de cereales elaboradas con sacha inchi y quinua.....	28
Tabla 3. Valores establecidos para los parámetros de balance de materia de las barras de cereal	28
Tabla 4. Análisis fisicoquímicos de las semillas y cereales	31
Tabla 5. Respuesta optimizada humedad (%)	32
Tabla 6. Respuesta optimizada ceniza (%).....	33
Tabla 7. Respuesta optimizada periodo de inducción (min)	33
Tabla 8. Analisis Físico - quimicos de la Barras de Cereal.....	34
Tabla 9. Análisis de Textura de las Barras de cereal	36
Tabla 10. Análisis microbiológico de la Barra de cereal	37
Tabla 11. Análisis sensorial de las Barras de cereal	38
Tabla 12. Análisis proximal del tratamiento 2	45
Tabla 13. Parámetros de balance de costo de las barras de cereales elaboradas con sacha inchi y quinua	48
Tabla 14. Análisis de Varianza para HUMEDAD.....	61
Tabla 15. Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad por Tratamientos – Prueba de Tukey HSD.....	63
Tabla 16. Análisis de Varianza para Cenizas	63
Tabla 17. Pruebas de Múltiple Rangos para Cenizas por Tratamientos – Prueba de Tukey HSD.....	65
Tabla 18. Análisis de Varianza para Cenizas	65
Tabla 19. Pruebas de Múltiple Rangos para Periodo de Inducción por Tratamientos – Prueba de Tukey HSD.....	67
Tabla 20. Análisis de Varianza para dureza - Suma de Cuadrados Tipo III.....	68
Tabla 21. Pruebas de Múltiple Rangos para dureza por tratamientos.....	68
Tabla 22. Análisis de Varianza para OLOR - Suma de Cuadrados Tipo III.....	69
Tabla 23. Pruebas de Múltiple Rangos para OLOR por TRATAMIENTOS	69
Tabla 24. Análisis de Varianza para COLOR - Suma de Cuadrados Tipo III	69

Tabla 25. Pruebas de Múltiple Rangos para COLOR por TRATAMIENTOS	70
Tabla 26. Análisis de Varianza para TEXTURA - Suma de Cuadrados Tipo III	70
Tabla 27. Pruebas de Múltiple Rangos para TEXTURA por TRATAMIENTOS	70
Tabla 28. Análisis de Varianza para SABOR - Suma de Cuadrados Tipo III.....	71
Tabla 29. Pruebas de Múltiple Rangos para SABOR por TRATAMIENTOS	71
Tabla 30. Análisis de Varianza para ACEPTABILIDAD - Suma de Cuadrados Tipo III	71
Tabla 31. Pruebas de Múltiple Rangos para ACEPTABILIDAD por TRATAMIENTOS	72
Tabla 32. Datos Humedad programa Statgraphics Centurion XVI	72
Tabla 33. Datos Cenizas programa Statgraphics Centurion XVI.....	73
Tabla 34. Datos Periodo de Inducción programa Statgraphics Centurion XVI	74
Tabla 35. Datos Olor programa Statgraphics Centurion XVI	75
Tabla 36. Datos Color programa Statgraphics Centurion XVI	78
Tabla 37. Datos Textura programa Statgraphics Centurion XVI	81
Tabla 38. Datos Sabor programa Statgraphics Centurion XVI	84
Tabla 39. Datos Aceptabilidad programa Statgraphics Centurion XVI.....	87

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	18
Ecuación 2	21
Ecuación 3	22
Ecuación 4	23
Ecuación 5	23
Ecuación 6	24
Ecuación 7	24
Ecuación 8	25
Ecuación 9	25
Ecuación 10	26
Ecuación 11	27
Ecuación 12	27
Ecuación 13	47
Ecuación 14	48
Ecuación 15	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Barras de cereales	1
Figura 2. Frutos de sachá inchi.....	3
Figura 3. Granos de quinua	5
Figura 4. Hojuelas de avena	6
Figura 5. Salvado de trigo	7
Figura 6. Caña de azúcar – panela	9
Figura 7. Uvas pasas	10
Figura 8. Piña jaguayana	11
Figura 9. Balanza de Humedad CITIZEN.....	17
Figura 10. Mufla NABERTHERM.....	18
Figura 11. Oxitest VELD SCIENTIFICA	19
Figura 12. Penetrómetro PRESSURE TESTER FT327	20
Figura 13. Texturómetro BROOKFIELD Pro CT3.....	20

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Diagrama de flujo del secado de quinua.....	15
Grafico 2. Diagrama de flujo de la elaboración de barras de cereales.....	16
Grafico 3. Estimación del tiempo de vida útil a partir del periodo de inducción.	35
Grafico 4. Perfil sensorial de las barras de cereales.....	38
Grafico 5. Aceptabilidad de aroma de las barras energéticas.....	39
Grafico 6. Aceptabilidad del color de los tratamientos.....	40
Grafico 7. Aceptabilidad de textura de los tratamientos.....	41
Grafico 8. Aceptabilidad de sabor de los tratamientos.....	42
Grafico 9. Aceptabilidad de los tratamientos.....	43
Grafico 10. Tiempo de vida útil estimado con respecto al contenido microbiológico a temperatura ambiente.....	46
Grafico 11. Diagrama de Pareto Estandarizado para Humedad.....	61
Grafico 12. Grafica de Efectos Principales para Humedad.....	62
Grafico 13. Grafica de Interacción para Humedad.....	62
Grafico 14. Diagrama de Pareto Estandarizado para Cenizas.....	64
Grafico 15. Gráfico de Efectos Principales para Cenizas.....	64
Grafico 16. Gráfico de Interacción para Cenizas.....	65
Grafico 17. Diagrama de Pareto Estandarizada para Inducción.....	66
Grafico 18. Gráfico de Efectos Principales para Inducción.....	66
Grafico 19. Gráfico de Interacción Inducción.....	67

RESUMEN

Actualmente, la demanda de alimentos nutritivos es cada vez mayor en el mundo y acceder a una dieta balanceada es la forma correcta para prevenir o corregir problemas de salud. La investigación alimentaria se ha enfocado en el estudio potencial de las semillas andinas, proporcionando información necesaria para que la industria alimentaria realice la adaptación de estas ofertando productos innovadores y saludables. Es por ello, que el presente trabajo se enfocó en el aprovechamiento de semillas andinas para generar un snack de consumo. El estudio permitió desarrollar y caracterizar barras de cereales a partir de semillas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) y Quinoa (*Chenopodium quinoa*); para lo cual, se diseñó ocho formulaciones que incluyeron dichas semillas, avena, salvado de trigo, pasas, piña deshidratada y miel de panela; permitiendo establecer que los componentes inciden sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de las barras de cereal. Así como, establecer una formulación adecuada a partir de la mezcla de semillas y empleando la miel de panela como endulzante no calórico y agente aglutinante. El producto final presentó propiedades fisicoquímicas acorde a la normativa vigente en el Ecuador, con un alto contenido de proteína, fibra y carbohidratos. En cuanto a la aceptabilidad sensorial, el estudio realizado mostró que la mejor formulación presenta proporciones similares de sachá inchi, quinua y miel de panela. Finalmente, el tiempo de vida útil establecido por el período de inducción y según criterios de calidad como contenido graso y recuento microbiológico fue de 3 años y 3 meses respectivamente.

Palabras clave. Sacha Inchi, quinua, panela, barras de energética, Snacks.

ABSTRACT

Nowadays, the demand for nutritious food is increasing in the world and access to a balanced diet is the best way to prevent or correct health problems, among others that largely are originated from malnutrition. Food research has focused on the study of the potential of Andean seeds, providing the necessary information for the food industry to adapt them with the purpose to offer innovative and healthy products. That is the reason why the present research work focused on the use of Andean seeds to generate a snack as a new consumption alternative. The study allowed developing and characterize cereal bars from seeds of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) and Quinoa (*Chenopodium quinoa*); for this, eight formulations were designed that included sacha inchi, quinoa, oat flake, wheat bran, raisins, dehydrated pineapple and panela honey. Allowing to establish that the components affect the physicochemical, sensory and microbiological characteristics of the cereal bars. As well as, establishing a suitable formulation from the mixture of seeds and using panela honey as a non-caloric sweetener and binding agent. The final product presented physicochemical properties according to the regulations in force in Ecuador, with a high content of protein, fiber and carbohydrates. Regarding sensory acceptability, the study carried out showed the best response to the formulation with similar proportions of sacha inchi, quinoa and panela honey. Finally, the shelf life of the bars established by the induction period and according to quality criteria such as fat content and microbiological count was 3 years and 3 months respectively.

Keywords. Sacha Inchi, quinoa, panela, energy bars, snacks.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

1.1.1. Barra energética

Las barras energéticas son consideradas un suplemento alimenticio que incrementa la energía a través de una mayor cantidad de nutrientes biodisponibles en la dieta. Son producto de la mezcla de cereales, semillas, granos, frutas, etc. Se caracterizan por su textura y sabor característico (Olivera et al., 2012).



Figura 1. Barras de cereales

Fuente. (Fernández & Fariño, 2011)

Beneficios

Las barras energéticas son consideradas un gran suplemento dietario por su alto contenido de fibra e hidratos de carbono. Además, ralentiza la asimilación de glucosa lo que genera una digestión más lenta y por tanto la saciedad es mayor y duradera. Previene la anemia, beneficia al corazón y puede ser consumido a cualquier hora del día, ya que es un snack accesible que puede ser acompañado con cualquier bebida láctea o fruta (Fernández & Fariño, 2011).

1.1.2. Sacha Inchi

El Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*), también llamado maní del Inca, es una planta oleaginosa salvaje, perteneciente a la familia *Euphorbiaceae* que crece en la Amazonia tropical de América a altitudes entre 200 y 1500 m. Esta oleaginosa tiene semillas de forma lenticular que son ricas en aceite y proteínas y contiene sustancias frágiles al calor con un sabor amargo. Tradicionalmente ha sido consumido por incas en el Perú; probablemente cultivadas por los pre-Incas y los Incas a juzgar por las representaciones de esta planta y sus frutos encontradas en vasijas en tumbas incaicas (Guillén, Ruiz, Cabo, Chirinos, & Pascual, 2003).

Los nativos amazónicos obtienen harina y aceite de Sacha Inchi, estos productos se utilizan en la preparación de diferentes comidas y bebidas; también es conocida como sachá inchik, amui, sachá yuchi, sachá yuchiqui, sampannankii, suwaa, maní del monte, sachá maní, entre otros (Alvarez & Rios, 2009).

Características del género y la familia

Sacha Inchi pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, y se encuentra comprendida por 17 especies de las cuales se pueden obtener productos tales como ceras y aceites (Cruz, 2015).

Morfología

Sacha Inchi según el Ministerio de Agricultura del Perú (2011), es una planta trepadora, semileñosa con hábito de crecimiento indeterminado. En cuanto a sus hojas, son alternas de forma acorazonada de 10 a 12 cm de largo y de 8 a 10 cm de ancho, elípticos, aserrados y con pecíolos de 2 a 6 cm de largo.

El fruto tiene forma de estrella, con un número variable de lóbulos que pueden ir desde 4 hasta 8, predominando aquellos que tienen 4 o 5 lóbulos. Los frutos se dividen cuando llega a la madurez y se diferencian mediante el endurecimiento de sus paredes. Cuando el fruto se encuentra maduro, se hallan semillas que son de color marrón oscuro, venadas y corrugadas de forma cóncava con un diámetro de 1.5 a 2 cm (Corpoica, 2004)



Figura 2. Frutos de sachá inchi

Fuente. (Cruz, 2015)

Composición

La semilla de Sacha inchi, contienen alrededor de 48-50% de aceite y 27-28% de proteínas altamente digeribles, además son muy ricas en aminoácidos esenciales, a excepción de leucina y lisina (Flores & Lock, 2012); el aceite obtenido se encuentra compuesto por ácidos grasos polinsaturados que presentan un 42 al 48% de ácido alfa linolenico (ALA) y un 32 al 37% de ácido linoleico (LA), con un 12% de monoinsaturados. De igual manera presenta una baja relación de omega 3 y 6, además de cantidades considerables de tocoferoles, fitoesteroles y compuestos fenólicos, los cuales son responsables del elevado poder antioxidante de sus derivados (Zuloeta, 2014).

Según Gutiérrez, Rosada, & Jiménez, (2011) en su investigación realizada con semillas de Sacha inchi cultivadas en Colombia, determinaron un elevado contenido de aceite 41.4% y proteínas 24.7%. El mismo que está compuesto de lípidos neutros constituidos por un 50.8% de ácidos grasos omega 3 y 33.4% de omega 6, similar a lo hallado en otros países.

Aporte nutricional

Las semillas de sachu inchi contienen un alto contenido de omega 3 y 6, aún más alto que los reportados en peces azules (Gutiérrez et al., 2011), por ello ayuda a contrarrestar problemas del colon irritable e hígado graso. Además, favorece la reducción de colesterol malo (lipoproteínas de baja densidad LDL) en la sangre y estimula el incremento del colesterol bueno (lipoproteínas de alta densidad HDL), regulando la presión arterial (Arfini & Antonioli, 2013).

1.1.3. Quinoa

La quinoa ha sido valorada como un producto vital para la alimentación, al punto de considerarla sagrada; es valorada por ser una buena fuente de proteína de alta calidad, que puede sustituir la carne en la dieta (Sanchez, 2012). Es conocido como “Grano de los Incas” por su distinguido color amarillo. Actualmente, debido a que es muy preciada las agroindustrias han implementado procesos de extracción que eliminan el alto contenido de saponina (Bohórquez, Riofrío, & Romero, 2004).

Características género y familia

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) de la familia *Amaranthaceae*, es un grano de origen andino, cultivado y consumido principalmente Ecuador, Bolivia y Perú; en menor escala se cultiva en el norte de Argentina, Chile y Colombia. Actualmente se cultiva en Brasil, Canadá, Holanda y otros países europeos debido a su demanda mundial como alimento de alta calidad nutritiva (Camino, Espín, Samaniego, & Carpio, 2008).

Morfología

Es una planta alimenticia la cual se desarrolla en un periodo anual, esta puede alcanzar una altura de 1 a 3 metros, consta de hojas anchas y sus formas son distintas en una misma planta; el tallo central presenta hojas lobuladas y quebradizas, sus flores son pequeñas y no poseen pétalos. Además, son hermafroditas, por lo que pueden auto fertilizarse, su fruto es seco y mide aproximadamente 2 mm de diámetro. Su estado o periodo vegetativo varía entre 150 y 240 días (Ayala, 2013).



Figura 3. Granos de quinua

Fuente. (Ayala, 2013).

Composición

La quinua es un pseudocereal que tiene un alto valor nutricional pues contiene 20 aminoácidos de los cuales 10 son esenciales. Cuenta con 40% más de lisina en comparación a la leche y bajo nivel de grasa en comparación a otros cereales (J. Hernández, 2015).

Según Quinto, Solano, & Silva (2015), los carbohidratos de la quinua contienen entre 58 a 68% de almidón, son parcialmente cristalinos e insolubles en agua a temperatura ambiente. Contiene carbohidratos con índice glucémico bajo lo cual es recomendable para pacientes con Diabetes Mellitus (DM). Por otra parte, la quinua presenta superioridad en cuanto a contenido de fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y calcio. Además, es fuente de vitaminas A, C, D, ácido fólico, tiamina, riboflavina, niacina y vitamina E, polifenoles, fitoesteroles y flavonoides que actúan en la reducción de los niveles de lípidos y glucosa de plasma (J. Hernández, 2015).

Aporte nutricional

La quinua al estar incluida en la lista de los “súper alimentos” incluyen antioxidantes los cuales benefician a la mejora de enfermedades degenerativas como el Alzheimer, la artritis, el cáncer, diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares, osteoporosis, entre otras (Islam & Nazrul, 2013) De igual manera puede aumentar la producción de enzimas hepáticas antioxidantes lo que reduce el daño sobre el endotelio vascular lo que producen los radicales libres (Islam & Nazrul, 2013).

1.1.4. Avena

La avena (*Avena sativa L.*) es un cultivo de múltiples usos, predominando los relacionados al consumo animal como heno; solo una pequeña porción de la producción se destina al consumo humano. La avena blanca se usa principalmente para la producción de grano de alta calidad industrial, caracterizada por el mayor tamaño del cariopsis, alto peso hectolitro y alto porcentaje de grano pelado en relación a grano entero. Por otra parte, la avena amarilla se emplea en la elaboración de forrajes (Werhahne, 2009).



Figura 4. Hojuelas de avena

Fuente. (Werhahne, 2009)

Características del género y la familia

Es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las poaceae; las especies más cultivadas son *Avena sativa* y *Avena bizantina*; es una planta de raíces reticulares,

potentes y abundantes, su tallo es grueso y recto con poca resistencia al vuelco, longitud puede variar de 50 cm a 1 ½ m (Manso, 2017).

Aporte nutricional

Es un cereal cuyo grano tiene un elevado contenido en fibra dietética soluble, en la que se incluye el beta-glucano, aportando además proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y polifenoles. Por su alto contenido en fibra y fitoquímicos benefician en la prevención y control de enfermedades cardiovasculares, diabetes, regulación de la presión arterial, control de peso, salud gastrointestinal e incluso el cáncer (Vizueté & Anta, 2016).

1.1.5. Salvado de trigo

El trigo en los países occidentales es el cereal más consumido mientras que en todo el mundo es el segundo más consumido; su estructura es similar al resto de cereales, compuesta de endospermo, germen y salvado (Chaquilla-Quilca, Quintana, Mendoza-Wilson, & Mercado-Ruiz, 2018). El porcentaje de salvado y germen varía entre las especies de cereales, pero en el trigo el salvado está en un rango del 14-16%, el germen en un 2-3%, y el endospermo supone al menos el 80%, los cuales para su comercialización se transforman en harinas (de Mora, 2015).



Figura 5. Salvado de trigo

Fuente. (Chaquilla-Quilca et al., 2018).

Características del género y familia

El trigo pertenece a la familia *Poaceae*, *Pooideae*, género *Triticum*. El salvado de trigo es resultado de la molienda del grano, el mismo que actúa en la regulación de la fisiología y mejora de la salud digestiva que se encarga de retrasar el vacío gástrico favoreciendo la saciedad, acelera el tránsito intestinal e incrementa la masa fecal (Clave, 2013) .

Aporte nutricional

El salvado de trigo es una fuente de fibra insoluble, constituida principalmente por arabinoxilanos y en menor proporción celulosa y β -glucanos. Es un alimento muy rico en micronutrientes, minerales, vitaminas hidrosolubles, vitamina E y carotenoides, además de diferentes compuestos polifenólicos antioxidantes (Chaquilla-Quilca et al., 2018).

1.1.6. Panela

Panela es el producto obtenido de la evaporación y cristalización del jugo de caña, es considerada como azúcar cruda sin refinar según el Codex Alimentarius Commission (2006). Es utilizada comúnmente en América Latina, Filipinas y Asia del Sur, se caracteriza por su coloración oscura debido a la composición química del terreno cultivado, ya que aporta cierta cantidad de hierro y fósforo que determina el color de panela (Mozquera, Carrera, & Villada, 2007).



Figura 6. Caña de azúcar – panela

Fuente. (Masciotti, 2014)

Características del género y familia

La caña de azúcar con nombre científico *Saccharum Officinarum*, es un producto que apareció en tierras americanas en 1492; es una gramínea tropical que tiene un tallo macizo de 2 a 5 metros de altura con numerosos entrenudos alargados vegetativamente (Masciotti, 2014).

Aporte nutricional

Según el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (2005), la panela más allá de su sabor cálido y dulce es una fuente de azúcar natural, que tiene macronutrientes, lípidos y carbohidratos; también cuenta con vitamina C, B6, riboflavina, niacina y tiamina y ciertos minerales, entre los que se destaca el flúor, potasio, magnesio y hierro. Su consumo beneficia al sistema nervioso, evita problemas en la piel, ayuda a la cicatrización de heridas y aumenta las defensas del sistema inmunológico.

1.1.7. Pasas

Tradicionalmente las pasas de uva o uvas deshidratadas, eran utilizadas para el área de repostería y se caracterizan con la pérdida de agua durante la desecación, lo cual genera

la disminución del peso del producto; la coloración que presentan es negra o rubia dependiendo de la uva natural (D, 2007)



Figura 7. Uvas pasas

Fuente. (Consumer & Pasas, 2004)

Características del género y familia

Las uvas pasas son el producto preparado con uvas secas sanas de variedades que se ajustan a las características de *Vitis vinífera L.* elaboradas en una forma apropiada para obtener uvas pasas comercializables, con o sin recubrimiento con ingredientes facultativos adecuados (Stan, 1989).

Aporte nutricional

Las frutas desecadas son una opción saludable y pueden sustituir a dulces y golosinas, sin perder los hábitos de consumo de fruta fresca; son catalogadas como una fuente de fibra soluble e insoluble lo cual mejora el tránsito intestinal; también son una buena fuente de potasio, calcio, hierro, magnesio, fósforo y selenio; todo esto con el fin de mejorar el funcionamiento de huesos, músculos e impulsos nerviosos (Consumer & Pasas, 2004). Las vitaminas más destacadas de las pasas son la B6 y B1, que contribuyen a transformar la comida ingerida en energía y a la formación de glóbulos rojos.

1.1.8. Piña deshidratada

La piña ecuatoriana mínimamente procesada a nivel mundial tiene una gran aceptación como materia prima, sin embargo, como piña procesada su consumo es mínimo (A. Hernández & Cornejo, 2011). La piña procesada posee una actividad de agua menor, prolongando su tiempo de vida útil, lo cual mejora su estabilidad cuando es adicionada en una mezcla de alimentos.



Figura 8. Piña jaguayana

Fuente. (A. Hernández & Cornejo, 2011)

Características

La piña hawaiana *Ananas sativus*, pertenece a la familia *Bromeliaceae*, es una planta herbácea, perenne y monocotiledónea, procede de las zonas tropicales y subtropicales de Brasil y Paraguay de donde se ha diseminado a todas las regiones del mundo climáticamente aptas para su cultivo y comercialización (Aleman & Saenz, 2004). En la región litoral del Ecuador existen alrededor de 5.750 hectáreas destinadas al cultivo de piña que satisfacen la demanda de consumo y exportación de manera anual (Pinto, 2012).

Aporte nutricional

La piña deshidrata es sometida a un proceso de desecación y deshidratación, en el cual no pierde la totalidad de sus nutrientes, sino que se encarga de concentrarlos. Aporta hidratos de carbono, vitaminas, minerales, antioxidantes y fibras; lo cual beneficia a la

reducción del riesgo de padecer cáncer, previene enfermedades cardíacas. También, es rica en fibra, apta para diabéticos, fortalece y protege los huesos contra enfermedades y beneficia a las mujeres en embarazo (Romero, Díaz, & Aguirre, 2016)

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar una fórmula adecuada de barras nutritivas a partir de semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) y Quinoa (*Chenopodium quinoa*) como una nueva alternativa de snack saludable en el Ecuador.

1.2.2. Objetivo Específicos

- Seleccionar una formulación adecuada para las barras energéticas a partir de semillas de Sacha Inchi y Quinoa.
- Determinar las características nutricionales de las barras energéticas a partir de semillas de Sacha Inchi y Quinoa.
- Evaluar el tiempo de vida útil de las barras energéticas.
- Establecer un balance de materia y costos de producción.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

La parte experimental se desarrolló en los laboratorios de la UODIDE, LACONAL y Procesamiento de Alimentos, pertenecientes a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología - Universidad Técnica de Ambato.

2.1. MATERIALES

2.1.1. Obtención de la materia prima

Las diferentes semillas, cereales e insumos fueron adquiridos en un local de venta de productos naturales y tradicionales en el Mercado Santa Clara en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.

2.1.2. Materiales de laboratorio

- Horno industrial
- Secador
- Olla de cocción
- Bowls
- Cucharas
- Moldes
- Bandejas
- Licuadora
- Cocina industrial
- pH – metro
- Brixómetro
- Balanzas
- Texturómetro
Brookfield
- Balanza de humedad
- Capsulas de
porcelana
- Espátulas
- Pinzas
- Probetas
- Micropipetas y
puntas

- Vasos de precipitación
- Gradilla
- Contador de colonias
- Matraz
- Placas Petri
- Plancha de agitación
- Autoclave
- Incubadora
- Papel aluminio
- Otros

2.1.3. Equipos empleados en la investigación

- Texturómetro Brookfield
- Oxitex VELP SCIENTIFICA
- Incubadora
- Balanza de humedad
- Mufla NABERTHERM

2.2. MÉTODOS

2.2.1. Diseño Experimental para la formulación de las barras de cereales

Las semillas de sachu inchi y quinua, fueron adicionadas en niveles de 20 y 30 % respectivamente como un nivel bajo y alto necesario para el diseño experimental. La quinua estuvo presente en todas las formulaciones debido a que por sus características proporciona al producto final un contenido alto en proteína y contiene un 12% de agua en 100 gramos de producto, lo cual genera cualidades antioxidantes, antiinflamatorias, inmunomoduladora y anti carcinogénicas. La proteína de alta calidad es particularmente rica en aminoácidos esenciales y por su contenido de carbohidratos produce bajos índices de glicemia (J. Hernández, 2015). A la vez se empleó como endulzante no calórico, la panela saborizada con zumo de piña en dos concentraciones al 45 y 50%, junto con la mezcla de avena en hojuela, avena

partida, salvado de trigo y pasas. Se procedió al horneado durante 10 min a 125°C en un horno industrial (ANDINO). Las barras se enfriarán durante 30 minutos a temperatura ambiente, para el posterior desmoldado y almacenamiento en envases de aluminio y polipropileno bio-orientado para su conservación.

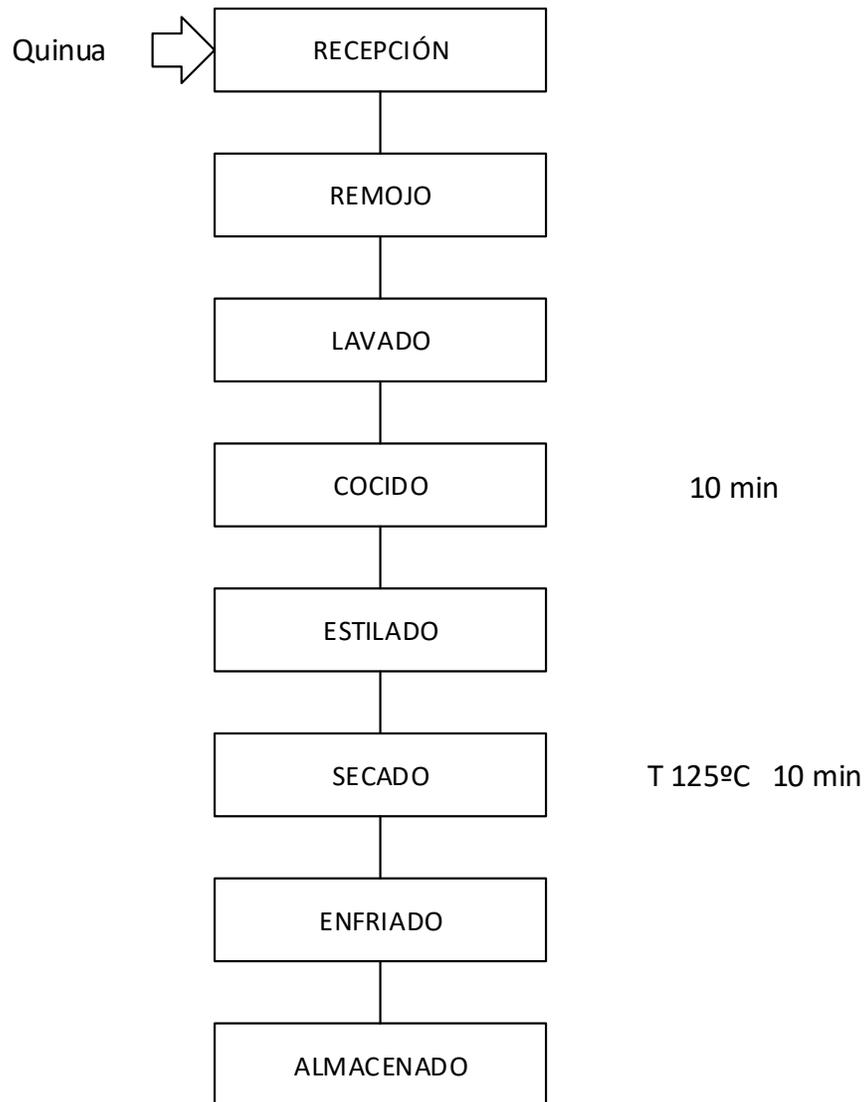


Grafico 1. Diagrama de flujo del secado de quinua.

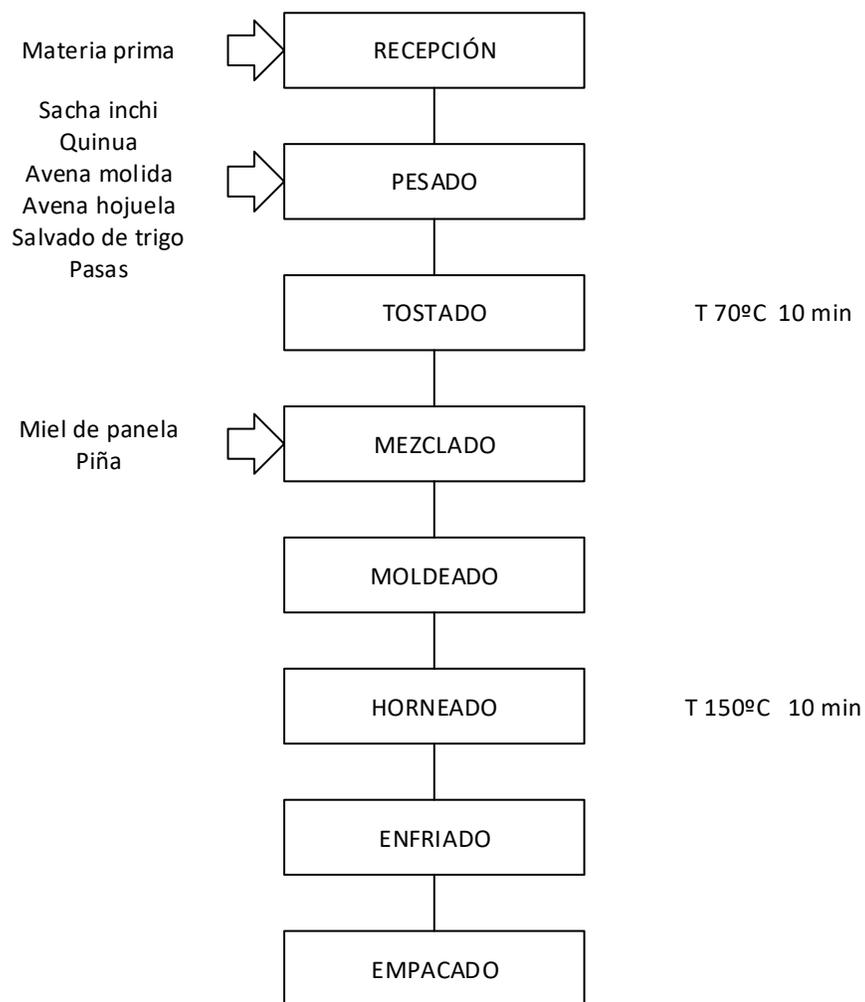


Grafico 2. Diagrama de flujo de la elaboración de barras de cereales

Tabla 1. Diseño factorial 2³ Barras de cereales

	Sacha Inchi (15%)		Sacha Inchi (20%)	
	Quinoa (20%)	Quinoa (30%)	Quinoa (20%)	Quinoa (30%)
Endulzante (20%)	T1	T5	T2	T4
Endulzante (35%)	T3	T7	T6	T8

2.2.2. Análisis Físico-químicos

Determinación de Humedad

El contenido de humedad se determinó según la norma (INEN-ISO & 712:2013, 2014), para dicho análisis se pesó 3 g de la muestra en una capsula previamente tarada y pesada, para posteriormente ser colocada en la balanza de humedad que presenta una capacidad de precisión de ± 0.001 g a una temperatura de 130 °C y 135 °C durante 30 o 60 min dependiendo de la muestra. Los ensayos se realizaron por triplicado tanto para la materia prima como para los diferentes tratamientos. La balanza de humedad utilizada fue una CITIZEN con un rango de temperatura de 30 – 100 °C y humedad de 0 – 100% (Figura 9).



Figura 9. Balanza de Humedad CITIZEN

Determinación de cenizas

El porcentaje de cenizas se determinó según la norma (NMX-F-066-S, 1978), para dicho análisis se tomó un crisol a masa constante, donde se pesó 3 g de muestra a

analizar, se coloca el crisol con la muestra en una parrilla y se deja quemar lentamente el material hasta que ya no exista el desprendimiento de humo. Después se lleva el crisol a la mufla NABERTHERM (Figura 10), sus placas calefactoras efectuaran la calcinación completa de 4 a 5 horas aproximadamente, se deja enfriar la mufla y se transfieren los crisoles al desecador para su completo enfriamiento. El porcentaje de cenizas se determina mediante el uso de la siguiente formula:

$$\%CENIZAS = \frac{P-p}{M} * 100$$

Ecuación 1

Donde:

P: Peso del crisol vacío + cenizas (g)

P: Peso del crisol vacío (g)

M: Peso de la muestra triturada (g)



Figura 10. Mufla NABERTHERM

Determinación del Período de Inducción o Índice de Peróxido

El período de inducción o índice de peróxido se determinó según la norma (AOCS Official Method Cd 12c-16, 2019), en el equipo Oxitest (Figura 11). El cual se

encarga de estimar rápidamente la vida útil de un producto mediante un método acelerado; para dicho análisis se pesó 10 g de muestra y se ajustó el equipo a una temperatura de 100 °C por 30 horas a una presión de 6 Bar, el análisis se lo realizó por triplicado. Para el mejor tratamiento se realiza un análisis de la muestra a dos temperaturas de 90°C y 110°C respectivamente con la finalidad de determinar el tiempo de vida útil del mismo.



Figura 11. Oxitest VELP SCIENTIFICA

Determinación de textura

La textura en los diferentes tratamientos se determinó de acuerdo con los parámetros de dureza y fracturabilidad de los tratamientos mediante la metodología indicada en el manual de uso del Penetrómetro (PRESSURE TESTER Mod. FT327, italiano), el cual determina el número de golpes necesarios para el quiebre del producto (Figura 12); mientras que en el mejor tratamiento se determinó los parámetros de dureza y fracturabilidad mediante el empleo del Texturómetro (PRO CT3 BROOKFIELD, EE. UU), con la sonda TA-41, elemento TA-BT-KIT, a una velocidad de 0.5 mm/s, para una deformación del 50% (Figura 13). El análisis del Texturómetro Mod. Brookfield CT3, se encarga de simular la mordida del consumidor a temperatura ambiente.



Figura 12. Penetrómetro PRESSURE TESTER FT327



Figura 13. Texturómetro BROOKFIELD Pro CT3

Análisis microbiológico

El Análisis microbiológico se realizó en el mejor tratamiento según la norma (NTE INEN 2570, 2011), para lo cual se pesó 10 g de muestra y se los colocó en bolsas estériles (Sterilin Stone, Staffordshire, Reino Unido) con 90 ml de agua peptonada (Difco Le pont de Claix France), con el uso del Stomacher (400 C, Seward, Londres, Reino Unido) se las homogenizó durante 1 minuto a 200 rpm. Para el recuento de aerobios mesófilos se sembró en las placas EC (E. coli Count Platers 3M Petrifilm), y se incubó a 35°C por 24 horas; para mohos y levaduras se sembró en las placas YM (Mohos y Levaduras 3M Petrifilm), a 30°C por 72 horas y para coliformes se sembró en las placas TC (Coliformes Totales 3M Petrifilm), a 30°C por 48 horas. Todos los ensayos se realizaron durante 1 semana, los recuentos se expresaron como el logaritmo de las UFC por gramo (log UFC/g). Por otra parte,

se realizó el análisis microbiológico por 30 días del mejor tratamiento para la determinación de vida útil.

Análisis Sensorial

Las características sensoriales evaluadas en los diferentes tratamientos fueron aroma, color, textura, sabor y aceptabilidad, mediante la implementación de una escala hedónica de cinco puntos donde 5 significa “Muy agradable” y 1 “Muy desagradable”; para la característica de color se requiere que el producto se encuentre entre Dorado y Oscuro. Dicho análisis se realizó con un panel de 96 catadores no entrenados de una población de 9680 estudiantes, en edades de 12 a 18 años de la Unidad Educativa Fiscomisional Tirso de Molina de la ciudad de Ambato provincia del Tungurahua durante varios días, de tal manera que cada catador evaluó 2 muestras diarias, considerando que cada tratamiento será evaluado en 24 repeticiones.

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{(E^2 * N) + Z^2 * p * q}$$

Ecuación 2

Donde:

Z: Nivel de confianza

N: Población

p: Probabilidad a favor

q: Probabilidad en contra

E: Error

Análisis Proximal

Cenizas

El análisis de cenizas se empleó el método establecido por la normativa NTE INEN 520 (INEN, 1981), se calentó crisoles de porcelana vacíos en una mufla a 550 ± 15 °C durante 30 min, a continuación se los deja enfriar en un desecador para proceder a pesar aproximadamente 0.1 mg a 5 g de muestra. Seguido a esto se volvió a meter los crisoles a la mufla a 550 °C durante 8 horas. Finalmente se dejó enfriar y se registró el peso. Para el cálculo del porcentaje de ceniza se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Ceniza} = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1} * 100$$

Ecuación 3

Donde:

C₁: Peso del crisol vacío (g)

C₂: Peso del crisol + muestra (g)

C₃: Peso del crisol + cenizas (g)

Proteína

El análisis de proteína se realizó en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL, la metodología empleada fue el método directo Kjendahl-AOAC Ed 20, 960.52, el cual consiste en la destrucción orgánica por acción del ácido sulfúrico, obteniendo como producto sulfato de amonio; para el cálculo se realizó un patrón y se cuantifica la diferencia gastada del titulante en la muestra. Para el cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$\% \textit{Proteina} = \frac{(C_b - G) * N * 0.014 * f}{m} * 100$$

Ecuación 4

Donde:

C_b: Gasto en la muestra en blanco

G: Gasto en la muestra analizada

f: Factor de conversión (6.25)

N: Normalidad del hidróxido de titulación

Humedad

Para la determinación de humedad se empleó el método establecido por la AOAC. Ed 20, 925.10, que se encuentra basado en la pérdida de peso que sufre la muestra por calentamiento hasta obtener peso constante; la fórmula de cálculo empleada es:

$$\% \textit{Humedad} = \frac{M - m}{M} * 100$$

Ecuación 5

Donde:

M: Peso inicial de la muestra (g)

m: Peso del producto seco (g)

Grasa

Para la determinación de grasa se empleó el método señalado por la AOAC Ed 20, 945.16., en donde se pesó 1 g de muestra previamente deshidratada en dedales de celulosa, se colocó en el equipo VELP Científica Solvent Extractor (Soxhlet) los dedales y vasos con 50 ml de hexano durante 4 horas en la fase de inmersión a 130°C, seguido de la fase de lavado durante 2 horas y de la fase de recuperación

del solvente durante 30 minutos; para la eliminación completa del solvente se colocó en la estufa los vasos, se dejó enfriar los vasos en un desecador hasta que el peso sea constante. Para el cálculo de grasa se empleó la siguiente ecuación:

$$\% \textit{Grasa} = \frac{W_2 - W_0}{W_1} * 100$$

Ecuación 6

Donde:

W₀: Peso del vaso con grasa (g)

W₁: Peso de la muestra (g)

W₂: Peso del vaso vacío (g)

Fibra dietética

Se aplicó el método de la AOAC Ed 20, 962.09, la misma que consistente en la determinación del remanente luego de la eliminación de los carbohidratos solubles por la hidrólisis a azúcares mediante la acción de ácidos y álcalis débiles en caliente, con la implementación de la siguiente formula:

$$\% \textit{Fibra} = \frac{P_1 - P_2}{P} * 100$$

Ecuación 7

Donde:

P: Peso inicial de la muestra (g)

P₁: Peso del crisol con la muestra desecada (g)

P₂: Peso del crisol con la muestra calcinada (g)

Carbohidratos

La determinación de carbohidratos se realizó mediante la diferencia entre la humedad, proteína, grasa, fibra cruda y cenizas del producto mediante la implementación de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \% \text{ Carbohidratos} \\ &= 100 \\ &- (\% \text{ humedad} + \% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ fibra cruda} \\ &+ \% \text{ ceniza}) \end{aligned}$$

Ecuación 8

Energía calórica

Para el cálculo de energía se consideró los coeficientes para carbohidratos 4 kcal/g, para proteína 4 kcal/g y para grasa 9 kcal/g; según la norma NTE INEN 1334-2 (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización, 2016)

$$\text{Energía} = (\text{carbohidratos} * 4) + (\text{proteína} * 4) + (\text{grasa} * 9)$$

Ecuación 9

Azúcares totales

Para la determinación de azúcares totales se utilizó el método **AOAC 923 09**, (Secretaría de Salud de México-SSA, 1978). Se pesó de 5 a 10 g de muestra y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Luego se añadió 100 ml de agua y se agitó; después se añadió de 2 a 10 ml de disolución saturada de acetato neutro de plomo, se agitó y se dejó sedimentar. Al sedimentado se añadió poco a poco oxalato de sodio o de potasio hasta su total precipitación del acetato de plomo, se filtró en un matraz de 250 ml. Posteriormente se lavó tres veces el matraz y el filtro con 20 ml de agua recibiendo el agua de lavado en un matraz volumétrico. Al filtrado obtenido se le añadió 10 ml de HCl concentrado, se calentó a 65°C durante

15 minutos y se procedió a enfriar. Finalmente se neutralizó con hidróxido de sodio 1N y se completó el volumen del matraz con agua, se tituló y se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{Azúcares totales} = \frac{25000 - T}{V * P}$$

Ecuación 10

Donde:

T: Titulo de la disolución A + B (g)

V: Volumen de la disolución problema, empleado en la titulación de 10 ml de la disolución A + B (ml)

P: Peso de la muestra (g)

Estimación de vida útil

Para la estimación del tiempo de vida útil se utilizó el método NTE INEN 1529-7, (2013) el mismo que realiza un análisis microbiológico durante 30 días a 22 y 25°C, para ello se utilizó una pipeta estéril, se añadió por duplicado alícuotas de 1 cm³ de cada una de las diluciones decimales en placas Petri, inmediatamente se vertió en cada placa aproximadamente 20 cm³ de agar SLD (Sal-levadura de Davis) a 45 ± 2°C, a continuación, se mezcló el inóculo de siembra con el medio de cultivo continuamente se realizó una placa sin inóculo para comprobar la esterilidad del medio. Se dejó las placas en reposo hasta la solidifique, se invirtió las placas y se incubo. Para el cálculo del número (N) de unidades propagadoras (UP) de mohos y/o levaduras por centímetro cubico o gramo de muestra se utilizó la siguiente ecuación:

$$N = \frac{\text{número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0.1_{m_2})d}$$

Ecuación 11

Donde:

$\sum C$: Suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas

n_1 : Número de placas contadas de la primera dilución seleccionada

n_2 : Número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada

d : Dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^{-2}

V : Volumen del inóculo sembrado en cada placa

Posterior a ello se aplicó el método de predicción citado por (Alvarado, 2013).

Ecuación vida útil:

$$\ln C = \ln C_0 + kt$$

Ecuación 12

Donde:

C = Parámetro elegido como límite de tiempo de vida útil

C_0 = Concentración inicial

k = Constante de velocidad de reacción

t = Tiempo de reacción

2.2.3. Balance de materia y costos

El balance de materia y costos del mejor tratamiento se realizó en base a la formulación y procesos involucrados según los parámetros de balance de la Tabla 2 y 3.

Tabla 2. Parámetros de balance de materia de las barras de cereales elaboradas con sachá inchi y quinua

ENTRADAS	SALIDAS
A: Sachá inchi	F: Tostado
B: Quinua	J: Mezclado
C: Avena hojuela	K: Desperdicios
D: Avena partida	L: Producto (barras)
E: Salvado	M: Agua evaporada
G: Pasas	
H: Piña deshidratada	
I: Miel de piña	

Tabla 3. Valores establecidos para los parámetros de balance de materia de las barras de cereal

ENTRADAS	SALIDAS
A: 41 g	F: x
B: 41 g	J: x
C: 25.23 g	K: 2.00
D: 12.61 g	L: 182.00 g
E: 12.61 g	M: x
G: 6.73 g	
H: 25.23 g	
I: 41 g	

2.2.4. Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software Statgraphics Centurion XVI para evaluar el análisis físico-químico (Tabla 32, 33 ,34), sensorial (Tabla 35, 36, 37, 38, 39) y determinar el mejor tratamiento.

CAPITULO III

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Análisis físico - químico de las semillas y cereales como materia prima

Los análisis fisicoquímicos que se emplearon durante la recepción, procesamiento y almacenamiento de semillas de cereales y oleaginosas, se encuentran relacionadas directamente con ensayos bromatológicos de humedad, cenizas, entre otros; los cuales permiten determinar propiedades funcionales de los mismo con la finalidad de crear mezclas equilibradas para el consumo (Larrañaga, 1999).

En la Tabla 4, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de las semillas antes de las pruebas preliminares de formulación. Los resultados permiten establecer que no existe una diferencia significativa entre los valores obtenidos, a varias condiciones de almacenamiento, de empaque, de tratamiento previo siembra, cultivo, clima, región entre otros (Arriagada, 2000).

En cuanto a la humedad de la materia prima se puede observar que los valores son relativamente bajos respecto a otras semillas (Ver Tabla 5); para sachá inchi, quinua, avena molida, avena en hojuela, salvado de trigo, pasas, piña deshidratada y panela de 5,22%, 7,68%, 12,28%, 10,56%, 12,59%, 14,86%, 10,37% y 9,47% respectivamente. Un valor de humedad similar para Sachá Inchi, es reportado por (Baldeón Clavijo, Velásquez Rodríguez, & Castellanos Estupiñán, 2015), de 5.63%.

En cuanto a la quinua, el porcentaje de humedad determinado (7,68%) es similar a aquel reportado por Yupanqui, Allcca, & Allcca (2016), de 7,50-8,00%. Por otro lado, la avena molida y en hojuela presentó valores entre 13,50% - 14,00% y 10,00 – 11,50 respectivamente.

En cuanto al salvado de trigo, según (Blas, Mateos, & Rebollar., 2010) el porcentaje de humedad se encuentra entre 12,30-13,50%, en comparación al valor obtenido que es 12,59% el cual está dentro del rango establecido y que depende de las condiciones

de conservación hasta el posterior procesamiento. Por otra parte, las pasas presentaron una humedad de 14,86% el cual está dentro del rango establecido entre 15,00 – 18,00% según (Sonora, 2004). En cuanto a la piña deshidratada R, J, AC, & , Montilla A y Villamiel, (2008), reporta una humedad de entre 10,35-10,40%, el cual es un rango similar al obtenido en la presente investigación que es de 10,37% y la panela presenta un rango de humedad de 9,00-10,55% que según Esparza & Antonio, (1990), depende de la temperatura de tratamiento a la cual se encuentra expuesta la panela durante el análisis que es de 9,47%. Cabe recalcar que las humedades obtenidas se encuentran dentro de los rangos bibliográficos los cuales ratifican la calidad de la materia prima.

Respecto al contenido de cenizas, los valores obtenidos son mostrados en la Tabla 2, los mismos que no revelen diferencias significativas. Baldeón Clavijo et al., (2015), muestran que el contenido de cenizas es de 2,80%, mientras que el obtenido es de 2,74% en el caso de las semillas de sachá inchi. En cuanto a la quinua, se determinó un contenido de 3,62%, observándose una leve diferencia con lo mencionado por Quinto et al. (2015), quien reporta un 3,50%, esto puede deberse a la variedad de quinua. Para avena según Cirlot, (1995), el porcentaje de minerales debe estar en un rango de 1,00-1,40%. Sin embargo, el obtenido fue de 1,35%, lo cual sugiere una mala calidad de la materia prima.

Según Blas et al., (2010), el porcentaje de cenizas en el salvado de trigo es de 5,00%; mientras que el obtenido experimentalmente es de 4,98%; en el caso de las pasas y piña deshidrata al ser producto del secado de frutas con un alto contenido de agua y azúcares el porcentaje de minerales es mayor por ello están en un 7,04% y 6,47% respectivamente, este último se compara bibliográficamente con lo mencionado por A. Hernández & Cornejo, (2011), en donde el porcentaje de cenizas es de 6,53% para piña deshidratada de manera osmótica.

Finalmente, la panela presentó un valor de 1,58%, lo cual es similar al reportado por ICONTEC, (2009), que reporta un 0,80-1,90%.

Todos estos parámetros garantizan la correcta formulación y análisis nutricional de la barra de cereal.

Tabla 4. Análisis fisicoquímicos de las semillas y cereales

	Humedad %	Cenizas %
Sacha inchi	5,22	2,74
Quinoa	7,68	3,62
Avena molida	12,28	2,30
Avena hojuela	10,56	1,35
Salvado de trigo	12,59	4,98
Pasas	14,86	7,04
Piña deshidratada	10,37	6,47
Panela	9,47	1,58

3.2. Análisis Fisicoquímicos de la Barra de cereal

3.2.1. Análisis Proximal

Los estudios de humedad, porcentaje de cenizas e índice de oxidación son mostrados en la Tabla 8, los cuales fueron evaluados durante 3 semanas.

Los resultados del análisis de varianza del parámetro de humedad a un nivel de confianza del 95 % establecen que los tratamientos están relacionados con los factores de estudio: factor A: % sachá inchi $0,0431 < p < 0.05$; Factor C: % endulzante $0,0244 < p < 0.05$; y las combinaciones de los factores AB (% sachá inchi*% quinua) $0,0186 < p < 0.05$ y BC (% quinua*% endulzante) $0,0186 < p < 0.05$ (Ver Anexo 2., Tabla 14.); es decir que el porcentaje de sachá inchi que se está agregado y la cantidad de endulzante influye directamente en el producto final; por otra parte, el porcentaje de quinua que se agregue al producto no está relacionado o no influye en el resultado final. Esto se puede evidenciar en el Diagrama de Pareto y la Gráfica de Interacción, en el Anexo 2, Grafica 11 Y 13 respectivamente.

La humedad de los tratamientos T2, T4, y T7 presentan diferencia significativa ($P < 0.05$) respecto a aquella presentada por los tratamientos T1, T5, T6 y T8, se consideró que el mejor tratamiento para humedad es T2 con un valor medio de 6.69 el cual se encuentra dentro de los límites establecidos para este tipo de productos. La correlación del análisis indica que solo el 68.7% se aplica a los factores intrínsecos del producto analizado, mientras que el 31.3% restante se debe a los factores extrínsecos; para el valor óptimo se consideró minimizar el parámetro de humedad en el programa Statgraphics, esta consideración se efectúa a razón de que la norma NTE INEN 2085, (2005), establece un valor máximo del 10% lo cual garantiza una óptima conservación de la barra de cereal y con ello la eliminación de crecimiento microbiano, la superficie de respuesta estimada es 4.56% la cual se determina por el programa estadístico y se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5. Respuesta optimizada humedad (%)

Valor óptimo: 4.56

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
% Sacha inchi	15.0	20.0	20.0
% Quinoa	20.0	30.0	30.0
% Endulzante	20.0	35.0	35.0

Los valores de cenizas obtenidos se encuentran en un rango de 1.9 % a 2.3 %, en el análisis de varianza no se observó una diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos (Ver Anexo 2., Tabla 16.), es decir que el contenido total de minerales en la barra de cereal es homogéneo en todos los tratamientos, como se puede observar en el Diagrama de Pareto y Diagrama de interacción, Grafica 14 Y 16 De esta manera se puede garantizar que la materia prima utilizada contaba con la pureza necesaria y el proceso no permitió algún tipo de contaminación lo que garantiza la calidad de la barra de cereal (Márquez, 2014).

El porcentaje de ceniza en los tratamientos no presentan diferencia significativa ($P < 0.05$); la correlación del análisis indica que solo el 35.61% se aplica a los factores intrínsecos del producto analizado, mientras que el 64.39% restante se debe a los

factores extrínsecos; para el valor optimo se consideró minimizar el parámetro de cenizas en el programa estadístico; la superficie de respuesta estimada es 1.91% y se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6. Respuesta optimizada ceniza (%)

Valor óptimo: 1.91

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
% Sacha inchi	15.0	20.0	20.0
% Quinoa	20.0	30.0	30.0
% Endulzante	20.0	35.0	35.0

En cuanto al tiempo de vida útil de la barra energética, durante el proceso de autoxidación ó estabilidad oxidativa en el período de inducción se distingue una diferencia significativa ($P < 0.05$); factores independientes A: % sachá inchi $0.0001 < p < 0.05$; Factor B: % quinua $0.0091 < p < 0.05$; Factor C: % endulzante $0.0033 < p < 0.05$ y la combinación de los factores AB (% sachá inchi*% quinua) $0,0066 < p < 0.05$; (Ver Anexo 2., Tabla 18). Al analizar el Diagrama de Pareto y Diagrama de interacción, Grafica 17 y 19, se observó que la sachá inchi influye de manera significativa en el periodo de inducción por su alto contenido graso de omega 3, grasa vegetal natural (Báez, 2013).

La correlación del análisis indica que solo el 94.96% se aplicó a los factores intrínsecos del producto analizado, mientras que el 5.04% restante se debe a los factores extrínsecos; para el valor optimo se consideró minimizar el parámetro de periodo de inducción en el programa estadístico; la superficie de respuesta estimada es 251.7 min y se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7. Respuesta optimizada periodo de inducción (min)

Valor óptimo: 251.7

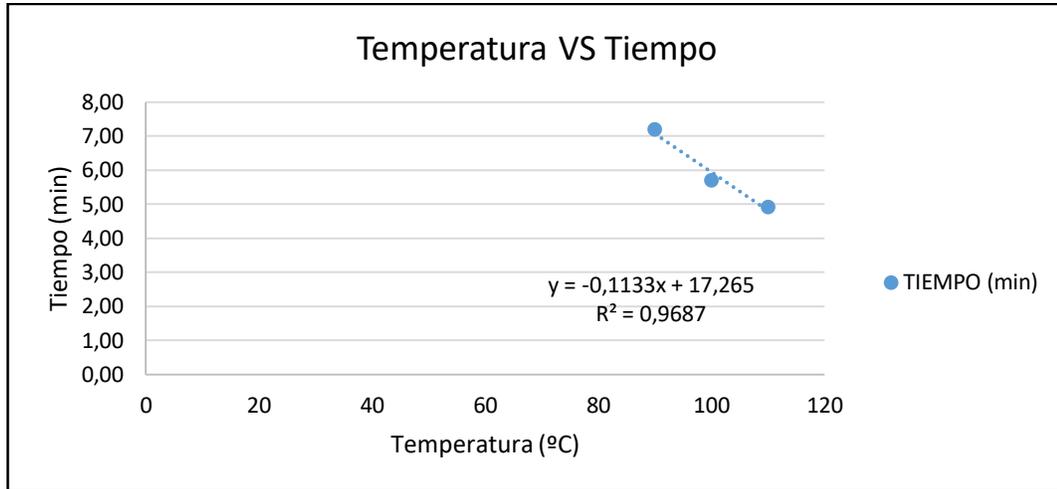
Factor	Bajo	Alto	Óptimo
% Sacha inchi	15,0	20,0	15,0
% Quinoa	20,0	30,0	30,0
% Endulzante	20,0	35,0	20,0

Tabla 8. Analisis Físico - quimicos de la Barras de Cereal

Tratamiento	Análisis Físico – químicos		
	Humedad (%)	Cenizas (%)	Período de inducción
T1	5.63 ± 0,81 ^a	1.98 ± 0,08 ^a	290.4 ± 22,8 ^{ab}
T2	6.69 ± 0,05 ^{ab}	2.31 ± 0,35 ^a	298,5 ± 25,5 ^{ab}
T3	10.09 ± 0,99 ^b	1.93 ± 0,09 ^a	251.7 ± 11,7 ^a
T4	6.96 ± 1,11 ^{ab}	2.00 ± 0,14 ^a	366,0 ± 1,2 ^{bc}
T5	6.46 ± 0,79 ^a	2.13 ± 0,31 ^a	276.3 ± 6,3 ^a
T6	6.01 ± 1,30 ^a	2.19 ± 0,31 ^a	356,1 ± 6,9 ^{bc}
T7	6.87 ± 1,54 ^{ab}	2.13 ± 0,26 ^a	310,5 ± 5,7 ^{ab}
T8	4.56 ± 0,96 ^a	1.91 ± 0,03 ^a	425,7 ± 0,9 ^c

Sin embargo, el tratamiento 2 mostró una mayor estabilidad durante el análisis por tanto mayor tiempo de almacenamiento. En el Gráfico 4, se muestra la ecuación determinada a diferentes temperaturas (90, 100 y 110°C), la cual considerando una temperatura de almacenamiento de 25°C, nos da una vida útil de 3 años 3 meses, tomando como parámetro el contenido graso del producto. Este resultado es corroborado por (Olivera et al., 2012) el cual menciona que, el largo tiempo de vida útil de las barras energéticas es debido al bajo contenido de grasa presente y a los agentes antioxidantes naturales como polifenoles procedentes de las frutas deshidratadas y la miel de piña que evitan la oxidación apresurada que provoca un sabor rancio, manteniendo así la calidad, estabilidad y frescura del producto.

Grafico 3. Estimación del tiempo de vida útil a partir del periodo de inducción.



- Promedio de tres determinaciones

3.3. Análisis de Textura

El perfil de textura de las diferentes barras de cereales se muestra en la Tabla 9, donde se distingue una diferencia significativa ($P > 0,05$), el atributo dureza fue determinado en el Penetrómetro y el Texturómetro.

El tratamiento T2 presentó un valor menor de dureza de 57,98 N, en comparación a los otros tratamientos. La medición se la realizó a partir del quiebre de tres puntos de la barra, el valor determinado fue similar al reportado por Jaramillo, (2013), de 54,56 N, en la barra energética comercial “Trail Mix – Natura Valley”. El tratamiento T5 presentó un valor de dureza de 66,91 N similar al reportado en la barra “Trail Mix-Natura Vallery” que es de 70.83 N, esta diferencia puede deberse al método de determinación en el trabajo de investigación ya que se utilizó un Penetrómetro y en el reportado se realizó mediante el uso de un Texturómetro (Jaramillo, 2013). La variación de valores obtenidos de dureza se debe al porcentaje de cereales en la formulación, puesto que a mayor porcentaje de sólidos y menor cantidad de líquido la dureza es mayor. Por otra parte, si el porcentaje de sólidos y líquidos es mayor la dureza se equilibra debido a la absorción de líquidos.

Cabe recalcar que la prueba de penetración mide la fuerza máxima como una medida de firmeza o consistencia del producto y su cohesión interna a partir de las curvas de fuerza – tiempo que se encuentran directamente relacionadas con la dureza del producto (Castro & De Hombre, 2007).

La textura de las barras de cereal puede variar incluso dentro de las mismas, esto ocurre por la humedad no uniforme en la distribución del producto, como consecuencia de esto la fragilidad del producto (Hough, 2000). Además, la textura de ciertos productos derivados de cereales dependen de la cantidad de grasa que presente (Zoulias, Oreopoulou, & Tzia, 2000).

Tabla 9. Análisis de Textura de las Barras de cereal

Tratamientos	Dureza o Penetrabilidad (N)
	Media y desviación
T1	88,39 ± 4,53 ^{abc}
T2	57,98 ± 7,94 ^a
T3	88,23 ± 3,93 ^{abc}
T4	94,11 ± 1,05 ^{bc}
T5	66,91 ± 11,65 ^{ab}
T6	99,40 ± 0,12 ^c
T7	97,34 ± 1,66 ^{bc}
T8	90,61 ± 18,66 ^{bc}

3.4. Análisis Microbiológico

En la Tabla 10, se muestra el resultado del análisis microbiológico del mejor tratamiento T2 (sacha inchi 20%, quinoa 20% y miel de panela 20%); en relación a aerobios mesófilos se observan valores de 2.0×10^3 UFC/g, encontrándose dentro de los límites permitidos por la normativa de bocaditos de granos, cereales y semillas, en la cual el límite mínimo es de 1.0×10^3 y un máximo de 1.0×10^4 UFC/g (NTE INEN 2570, 2011).

En cuanto a mohos y levaduras del mejor tratamiento T2 se obtuvo un valor de 1.0×10^2 UFC/g (Ver Tabla 8.), el cual está dentro de los límites permitidos por la normativa de bocaditos de granos, cereales y semillas (NTE INEN 2570, 2011), el mismo que estipula como límite mínimo 1.0×10^1 y un máximo de 1.0×10^2 UFC/g. Según C. S. V. Carrera, (2012) la estabilidad de galletas y derivados de cereales se encuentra relacionada con el porcentaje de humedad presente en el producto, por lo tanto, una humedad elevada ocasionara una proliferación de microorganismos mayor en comparación a la presencia de una humedad mínima.

Respecto a Coliformes y Escherichia coli no existió crecimiento microbiano (Ver Tabla 8.). Debido al manejo adecuado e higiene de los alimentos durante el procesamiento del producto, en especial considerando que las condiciones de almacenamiento para derivados de cereales son lugares secos y poco expuestos al ambiente (Ochoa, 2013). Al ser microorganismos termo sensibles pueden ser destruidos con facilidad a temperaturas superiores a 72°C en procesos de tostado u horneado durante la preparación (Lascano, 2013).

Tabla 10. Análisis microbiológico de la Barra de cereal

Mejor tratamiento	Aeróbios mesófilos UFC/g	Mohos y levaduras UFC/g	E. Coli UFC/g
T2	2.0×10^3	1.0×10^2	≤ 10

3.5. Análisis Sensorial

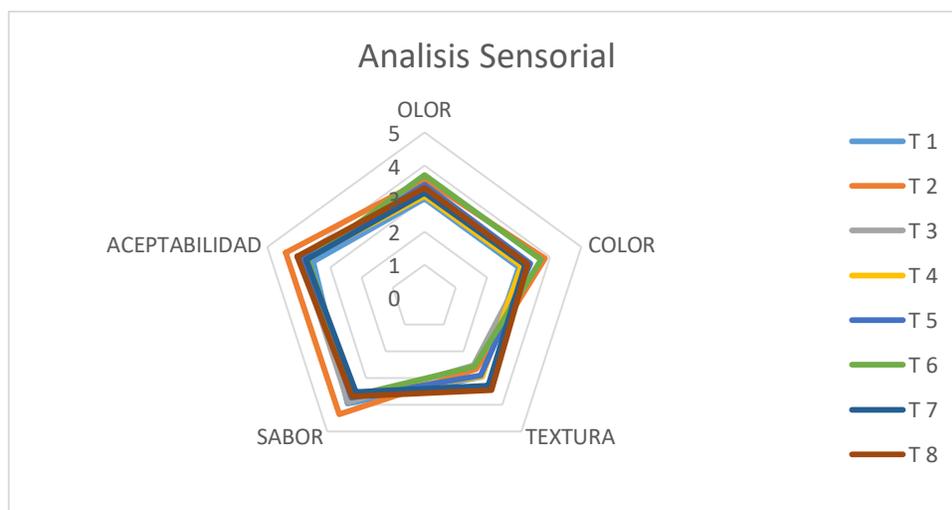
Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de las barras de cereal se muestran en la Tabla 11. y Gráfico 4. Se evaluó parámetros como aroma, color, textura, sabor y aceptabilidad en las barras de cereales. Para el atributo de color no se evidenció diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, para los atributos de textura, sabor y aceptabilidad existió diferencias significativas ($P < 0.05$), recalando que todos los tratamientos presentaron medias con puntuaciones de 3 y 4 lo que equivale a “agradable” en la escala hedónica utilizada.

Mediante la evaluación de los parámetros considerados y lo esperado según los productos de competencia se seleccionó el tratamiento T2, cuya formulación es 20% de sachá inchi, 20% de quinua y 20% de miel de panela.

Tabla 11. Análisis sensorial de las Barras de cereal

Tratamientos	Análisis Sensorial				
	Aroma	Color	Textura	Sabor	Aceptabilidad
T1	3,2 ± 0,79	3,2 ± 0,83 ^{ab}	2,6 ± 1,36 ^{ab}	3,8 ± 1,13 ^a	3,7 ± 1,19 ^a
T2	3,6 ± 0,80	3,2 ± 0,97^{ab}	3,0 ± 1,15^{abc}	4,5 ± 0,62^b	4,5 ± 0,62^c
T3	3,13 ± 0,91	3,1 ± 0,96 ^a	2,5 ± 1,31 ^a	3,8 ± 1,15 ^a	3,8 ± 1,12 ^{ab}
T4	3,26 ± 0,61	3,3 ± 0,61 ^{ab}	2,6 ± 1,29 ^a	3,6 ± 1,18 ^a	3,8 ± 1,10 ^{ab}
T5	3,31 ± 0,81	3,3 ± 0,90 ^{ab}	2,8 ± 1,40 ^{abc}	3,6 ± 1,32 ^a	3,9 ± 1,26 ^{ab}
T6	3,64 ± 0,90	3,6 ± 0,90 ^b	2,8 ± 1,18 ^{abc}	3,8 ± 1,11 ^{ab}	3,9 ± 1,22 ^{ab}
T7	3,31 ± 1,00	3,3 ± 1,00 ^{ab}	3,5 ± 1,19 ^c	3,8 ± 1,34 ^a	3,8 ± 1,33 ^a
T8	3,17 ± 0,64	3,2 ± 0,79 ^{ab}	3,4 ± 1,39 ^{bc}	3,7 ± 1,07 ^a	3,7 ± 1,07 ^a

Grafico 4. Perfil sensorial de las barras de cereales



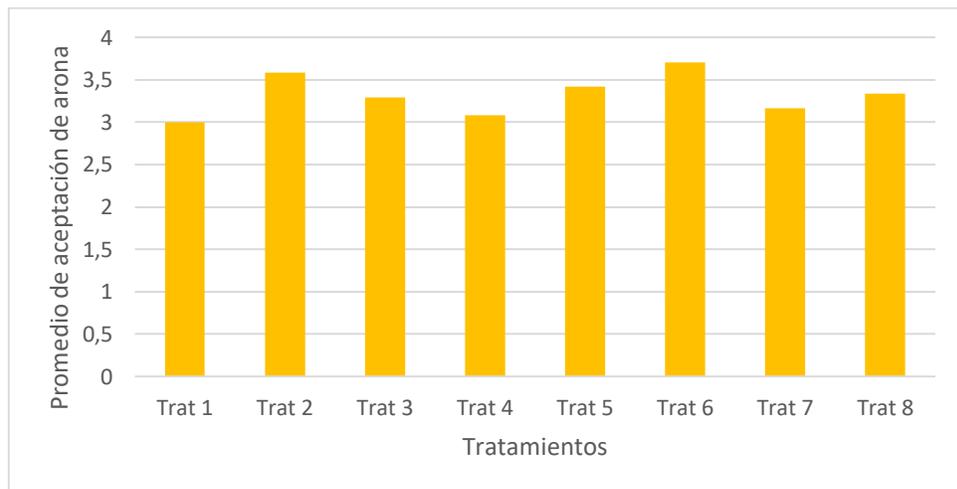
T1 (mezcla del 15% de sachá inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T2 (mezcla del 20% de sachá inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T3 (mezcla del 15% de sachá inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T4 (mezcla del 20% de sachá inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T5 (mezcla del 15% de sachá inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T6 (mezcla del 20% de sachá inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T7 (mezcla del 15% de sachá inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela), T8 (mezcla del 20% de sachá inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela).

3.5.1. Aroma

Según los resultados obtenidos y presentados en el Gráfico 5, el Tratamiento 6 presenta un promedio superior. Sin embargo, el Tratamiento 2 se ajusta a las condiciones requeridas en las barras de cereal. Esta característica sensorial es fundamental en todas las formulaciones debido a la reacción existente entre las proteínas y azúcares presentes de acuerdo a lo manifestado por Antiasarán Anchía I, (2000) en donde el método de cocción, horneado y tostado contribuye a la formación de compuestos volátiles. Según Noguera & Gigante, (2018), los olores son moléculas volátiles que suelen ser compuestos de bajo peso molecular, pueden ser ácidos carboxílicos, fenoles, aldehídos, etc., que corresponden a los compuestos formados durante la Reacción de Maillard (Badui Dergal, 2006).

En cuanto al análisis de varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos como se muestra en la Tabla 22., por tanto, en el análisis de Tukey (Ver Tabla 23.) todos los tratamientos son iguales, por lo que se encuentran en el parámetro elegido por el analista.

Gráfico 5. Aceptabilidad de aroma de las barras energéticas

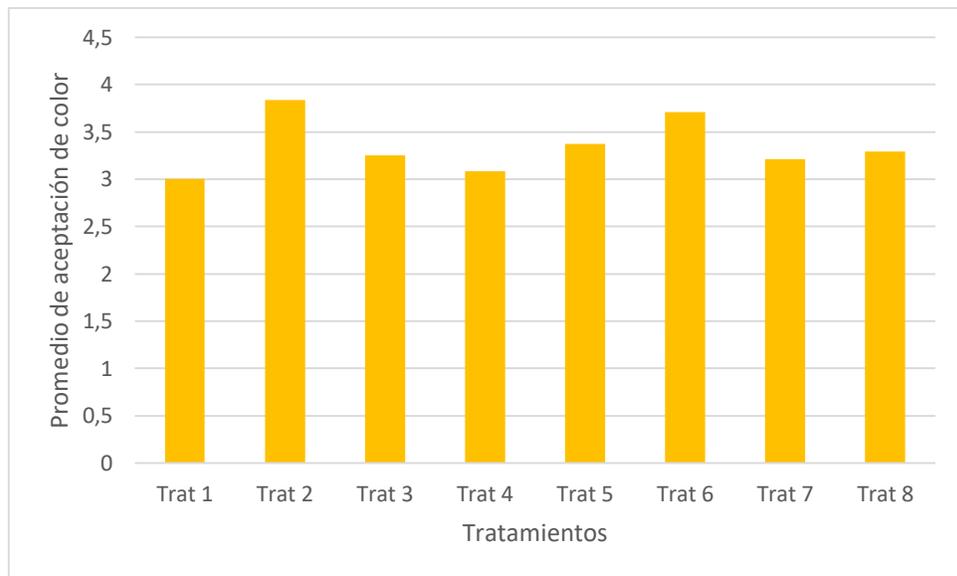


T1 (mezcla del 15% de sachá inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T2 (mezcla del 20% de sachá inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T3 (mezcla del 15% de sachá inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T4 (mezcla del 20% de sachá inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T5 (mezcla del 15% de sachá inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T6 (mezcla del 20% de sachá inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T7 (mezcla del 15% de sachá inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela), T8 (mezcla del 20% de sachá inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela).

3.5.2. Color

El Tratamiento 2 presenta el mayor valor en aceptabilidad de color, lo cual se muestra en el Gráfico 6, siendo el que más se ajusta a las condiciones requeridas en las barras de cereales debido a su color dorado, obtenido durante la reacción de Maillard, en donde el pardeamiento no enzimático es notorio (Badui Dergal, 2006). En cuanto al análisis de varianza si existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el factor A: Tratamientos y el factor B: Catadores, cada factor influye de manera independiente en la elección del mejor tratamiento como se muestra en la Tabla 24. En el análisis de Tukey (Ver Tabla 25.) se observa la desigualdad en los tratamientos, considerando el más aceptable al tratamiento T2, debido a que la escala de colores similares (dorado – oscuro) que están presentes en el producto cumplen el rango de color establecido para el analista.

Gráfico 6. Aceptabilidad del color de los tratamientos



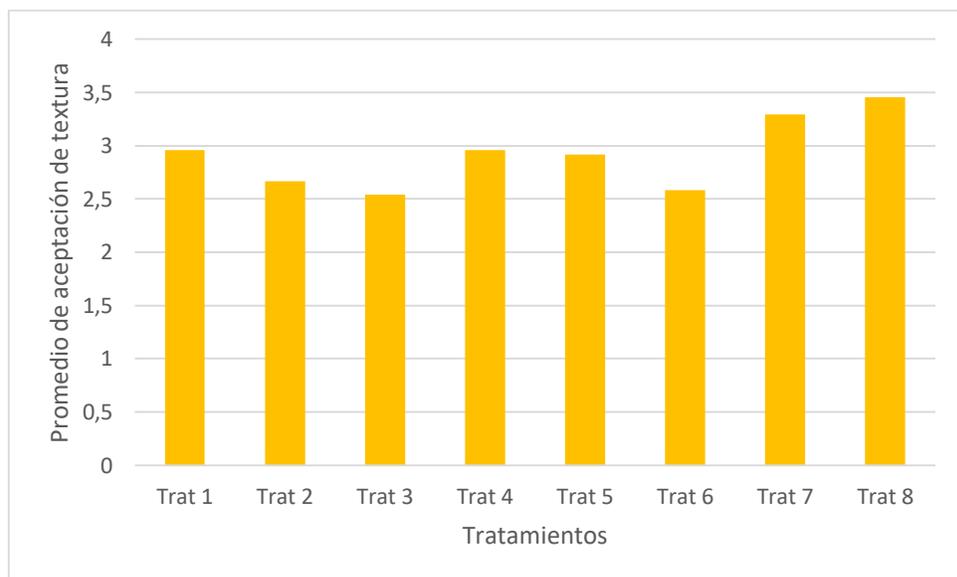
T1 (mezcla del 15% de sachu inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T2 (mezcla del 20% de sachu inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T3 (mezcla del 15% de sachu inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T4 (mezcla del 20% de sachu inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T5 (mezcla del 15% de sachu inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T6 (mezcla del 20% de sachu inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T7 (mezcla del 15% de sachu inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela), T8 (mezcla del 20% de sachu inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela).

3.5.3. Textura

En el Gráfico 7, se presenta la aceptabilidad en cuanto a textura de los diferentes tratamientos. El Tratamiento 8 presenta un promedio superior de aceptabilidad de la textura, según los catadores. Sin embargo, el Tratamiento 2 es aquel que más se ajusta a las condiciones requeridas de las barras de cereales. Esta característica es fundamental debido a que al ser sometido a un tratamiento de térmico existe un proceso de caramelización quedando crujientes o blandas las barras de cereal (Antiasarán Anchía I, 2000).

En cuanto al análisis de varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos como se muestra en la Tabla 26., sin embargo, en el análisis de Tukey (Ver Tabla 27.) se observa desigualdad entre las medias de los tratamientos siendo el mejor el T2 ya que se ajusta a las condiciones solicitadas por el analista, en este caso un producto ligeramente duro y compacto.

Grafico 7. Aceptabilidad de textura de los tratamientos



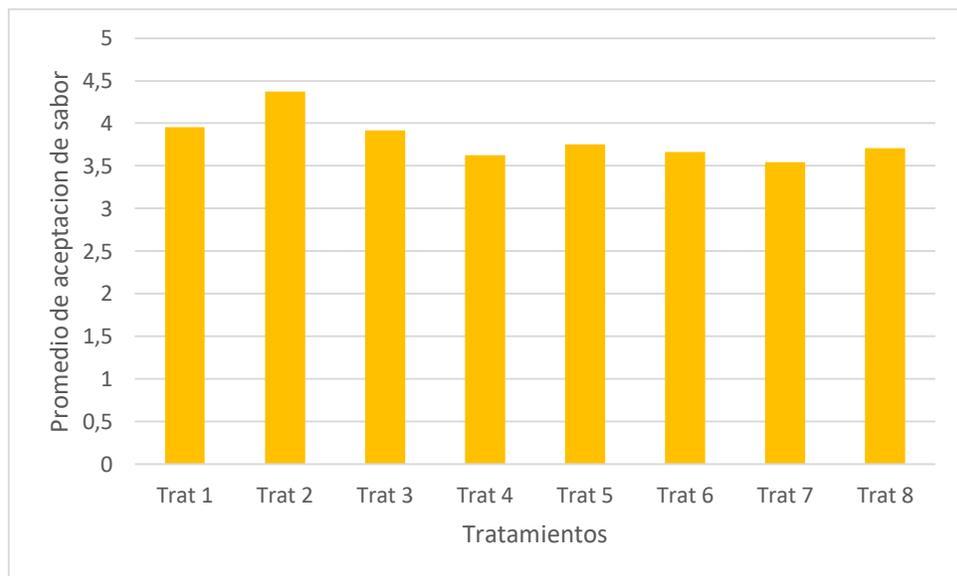
T1 (mezcla del 15% de sachu inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T2 (mezcla del 20% de sachu inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T3 (mezcla del 15% de sachu inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T4 (mezcla del 20% de sachu inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T5 (mezcla del 15% de sachu inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T6 (mezcla del 20% de sachu inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T7 (mezcla del 15% de sachu inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela), T8 (mezcla del 20% de sachu inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela).

3.5.4. Sabor

Respecto al atributo sabor, el Tratamiento 2 presenta la mayor aceptabilidad, según lo percibido por parte de los catadores (Ver Gráfico 8), siendo este el más ajustable a las condiciones de “agrada”. Este resultado puede deberse a que esta formulación contiene sachá inchi que es un sabor nuevo para el paladar junto con la mezcla de piña deshidratada y miel de panela; esta combinación le da una sensación de frescura y toque cítrico a la barra de cereal. Además, el sabor se realza mediante el pardeamiento no enzimático donde se forman componentes aromáticos que atribuyen olor y color a los alimentos conjuntamente con cierto contenido graso extra procedente de la sachá inchi (Antiasarán Anchía I, 2000).

En cuanto al análisis de varianza no existe diferencia significativa entre el factor A: Tratamientos, pero si existe diferencia altamente significativa para el factor B: Catadores como se muestra en la Tabla 28., sin embargo, en el análisis de Tukey (Ver Tabla 29.) todos los tratamientos son iguales.

Gráfico 8. Aceptabilidad de sabor de los tratamientos



T1 (mezcla del 15% de sachá inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T2 (mezcla del 20% de sachá inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T3 (mezcla del 15% de sachá inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T4 (mezcla del 20% de sachá inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T5 (mezcla del 15% de sachá inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T6 (mezcla del 20% de sachá inchi, 20% de quinua y 35%

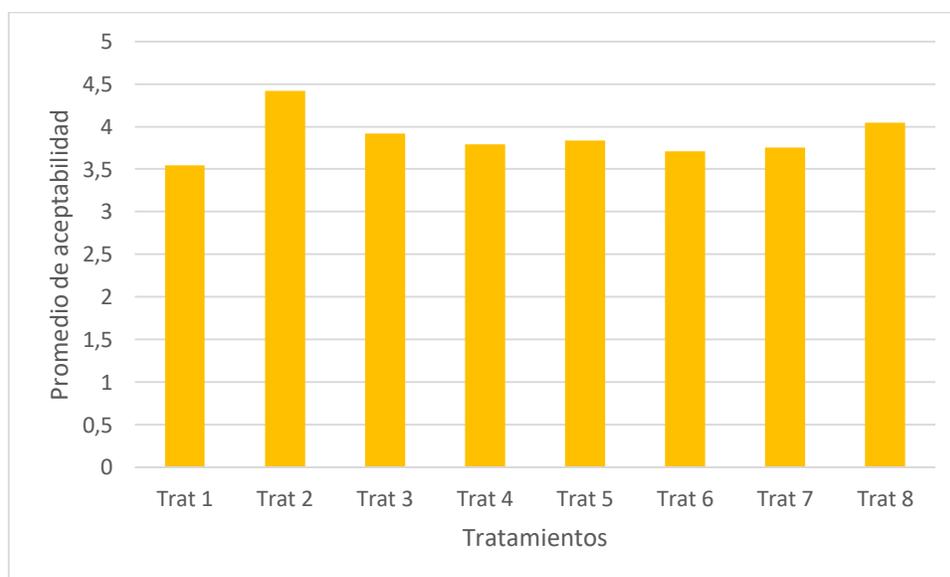
miel de panela), T7 (mezcla del 15% de sachá inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela), T8 (mezcla del 20% de sachá inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela).

3.5.5. Aceptabilidad

En cuanto al parámetro aceptabilidad, en el Gráfico 9, se observa que el Tratamiento 2 presenta el valor superior por parte de los catadores, siendo este el más ajustable a las condiciones de “agrada”. El resultado puede deberse a que este tratamiento es el mejor por parte de todos los catadores siendo una opción más accesible como competencia en el mercado del consumo de snacks.

En cuanto al análisis de varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos como se muestra en la Tabla 30., por tanto, en el análisis de Tukey (Ver Tabla 31.) todos los tratamientos son iguales y se encuentran en el parámetro establecido por el analista.

Gráfico 9. Aceptabilidad de los tratamientos



T1 (mezcla del 15% de sachá inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T2 (mezcla del 20% de sachá inchi, 20% de quinua y 20% miel de panela), T3 (mezcla del 15% de sachá inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T4 (mezcla del 20% de sachá inchi, 30% de quinua y 20% miel de panela), T5 (mezcla del 15% de sachá inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T6 (mezcla del 20% de sachá inchi, 20% de quinua y 35% miel de panela), T7 (mezcla del 15% de sachá inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela), T8 (mezcla del 20% de sachá inchi, 30% de quinua y 35% miel de panela).

3.5.6. Análisis Proximal

El análisis proximal se realizó a las barras de cereal del Tratamiento 2 elaboradas con el 20% de sachá inchi, 20% de quinua y 20% de miel de panela, determinado como el mejor tratamiento acorde a la evaluación sensorial. El porcentaje de humedad determinado fue de 5,71% dicho valor es menor a 11,42% reportado por Báez, (2013) en la evaluación de barras energéticas a base de Sachá Inchi como fuente de Omega 3 y 6. Ochoa (2013), presentó valores entre 8,5% - 7,3% de humedad en barras energéticas a base de miel y avena. El valor determinado experimentalmente se encuentra dentro de los límites establecidos de acuerdo a la normativa NTE INEN 2085 (INEN, 2005), el mismo que indica como máximo valor 10%; para favorecer a la conservación de las barras de cereal.

En cuanto a cenizas, se determinó un porcentaje de 1.95%, siendo este un resultado óptimo para favorecer los cambios funcionales, tomando en consideración que los contenidos de minerales pueden retardar los procesos de gelatinización (Delahaye & Pacheco, 2000).

Así mismo, el porcentaje de proteína determinado fue de 10,2%, este valor es superior al 3% establecido como mínimo en la NTE INEN 2085, (2005). El alto valor obtenido en este estudio se debe a la mezcla de cereales y semillas empleadas en la formulación, las mismas que son fuente interesante de proteína.

Con relación al contenido de grasa las barras de cereal presentaron un valor de 5,42%, el cual es inferior al reportado por (Báez, 2013), de 11,37%, en las barras energéticas a base de sachá inchi como fuente de omega 3 y 6. Así mismo en el estudio realizado por Ochoa, (2013), en barras energéticas a base de miel y avena presenta de 5,8% a 6,1% de grasa, dando resultados similares a los obtenidos en esta investigación de 5,42%.

Las barras de cereal del tratamiento 2 presentaron un 23.1% de fibra dietética total en 200 g de producto, mientras que otros estudios de barras de cereales a partir de semillas de sachá inchi muestran un valor de 32% de fibra dietética en 200 g de

producto (Báez, 2013). Además Ochoa, (2013) reporta valores entre 3,6 % y 4,4 % de fibra en barras de miel y avena.

Los carbohidratos se establecieron por cálculo de diferencia, obteniendo un valor de 53,4%. Este valor determinado es óptimo, ya que según (M. Carrera, Galán, Gonzáles, Hidalgo, & Navarro, 2005), las barras de miel y avena oscilan entre 53,0 – 60,9% debido a la mezcla de pseudocereales. También se debe a la utilización de miel donde los principales azúcares son la fructosa 38% y glucosa 31% (Antiasarán Anchía I, 2000).

En cuanto al aporte energético en la Tabla 12, podemos apreciar que las barras del tratamiento 2 brindan un aporte de 303 kcal calculadas en base a la Norma INEN 1334-2 (2016); donde el mayor aporte de energía lo brindan los carbohidratos. Según Greenfield, (2006), por cada gramo de carbohidratos se obtienen 4 calorías, los azúcares son una fuente de energía rápida para el organismo que satisface las demandas energéticas requeridas por las personas.

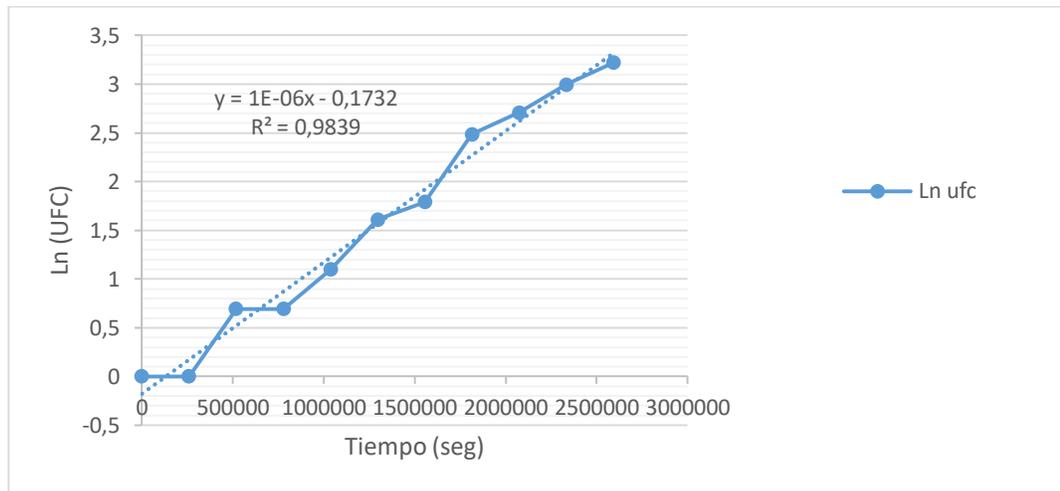
Tabla 12. Análisis proximal del tratamiento 2

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra total (%)	Ceniza (%)	Carbohidratos (%)	Energía (Kcal)
5.71	10.2	5.42	23.1	1.95	53.4	303

3.6. Estimación del tiempo de vida útil

Para la estimación del tiempo de vida útil se evaluó microbiológicamente el mejor tratamiento (sacha inchi 20%, quinua 20% y miel de panela 20%), durante 30 días de almacenamiento a condiciones ambientales (25°C y 50%HR). Los niveles de UFC/g son ≤ 10 tanto para aerobios mesófilos, mohos, levaduras y E. Coli como se muestra en la Tabla 8. Mediante estos resultados fue posible evaluar el tiempo de vida útil a partir de la ecuación de Alvarado (2013), en donde el tiempo estimado es de 3 meses aproximadamente, tiempo en el cual se presentaría mayores niveles de peróxido y un posible crecimiento microbiano (Ver Gráfico 10).

Grafico 10. Tiempo de vida útil estimado con respecto al contenido microbiológico a temperatura ambiente



- Tiempo en segundos con respecto a los días evaluados

Como resultado se obtuvo un tiempo de vida útil satisfactorio de 3 meses, lo cual se debe a las correctas condiciones sanitarias de fabricación y manejo de materias primas garantizando la inocuidad alimentaria de las barras energéticas. Por tanto, se logra la ausencia total de microorganismos; por otra parte, el uso del envase de aluminio y polipropileno bio-orientado protegió al producto de la hidratación, conservando las condiciones anaerobias, lo que permitió que el producto este en un límite máximo de humedad no mayor al 10% (INEN-ISO & 712:2013, 2014), puesto que el tratamiento T2 tuvo una humedad promedio de 6.68%.

El empaque utilizado reúne los atributos requeridos para el almacenamiento de este tipo de productos; según (STEWART, 2008), la absorción de humedad es menor del 0.5% lo cual permite no guardar ni liberar olores ni sabores, además impide el desarrollo bacteriano y el enmohecimiento.

3.7. Balance de materia y costos

TOSTADO

$$F = A + B + C + D + E$$

$$F = 41\text{g} + 41\text{g} + 25.23\text{g} + 12.61\text{g} + 12.61\text{g}$$

$$F = 132.45 \text{ g}$$

MEZCLADO

$$J = G + H + I$$

$$J = 6.73\text{g} + 25.23\text{g} + 41\text{g}$$

$$J = 72.96 \text{ g}$$

AGUA EVAPORADA

$$M = F + J - K - L$$

$$M = 132.45\text{g} + 72.96\text{g} - 2.00\text{g} - 182\text{g}$$

$$M = 21.41 \text{ g}$$

ENTRADA = SALIDA

$$F + J = K + L + M$$

$$132.45 \text{ g} + 72.96 \text{ g} = 2.00\text{g} + 182\text{g} + 21.41\text{g}$$

$$205.41 \text{ g} = 205.41 \text{ g}$$

Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100\%$$

Ecuación 13

$$\text{Rendimiento} = \frac{182.00 \text{ g}}{205.41 \text{ g}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 89\%$$

Rendimiento Unidades

$$\text{Rendimiento por unidades} = \frac{\text{Peso inicial}}{\text{Peso barras unidad}}$$

Ecuación 14

$$\text{Rendimiento por unidades} = \frac{205.41 \text{ g}}{60 \text{ g}}$$

$$\text{Rendimiento por unidades} = 3 \text{ barras de cereales}$$

Tabla 13. Parámetros de balance de costo de las barras de cereales elaboradas con sachá inchi y quinua

Materia Prima	Cantidad de producto (g)	Costo de producto (\$)	Cantidad producción (g)	Costo producción (\$)
Sachá inchi	250	3.75	41	0.62
Quinua	500	2.00	41	0.16
Avena hojuela	500	2.50	25.23	0.13
Avena partida	500	1.50	12.61	0.04
Salvado de trigo	700	1.50	12.61	0.03
Pasas	250	1.50	6.32	0.04
Piña deshidratada	250	4.75	25.23	0.48
Piña fruta	2	2.00	41	0.24
Panela	½ bloque	2.50		
Suma			205.41	1.72
Impuestos (5%)				0.06
Mano de obra (20%)				0.23
Electricidad y combustible (5%)				0.25
Subtotal				2.27
Utilidad (25%)				0.39
TOTAL				2.66

Costo por unidad de barra de cereal (60g)

$$\mathbf{Costo\ por\ unidad} = \frac{\mathbf{Total * Peso\ barra}}{\mathbf{Cantidad\ producción}}$$

Ecuación 15

$$\mathbf{Costo\ por\ unidad} = \frac{\mathbf{\$2.66 * 60g}}{\mathbf{205.41\ g}}$$

$$\mathbf{Costo\ por\ unidad} = \mathbf{0.77ctvs\ por\ barra\ de\ cereal\ de\ 60\ g}$$

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se desarrolló una fórmula enriquecida de barras nutritivas que cumple con los requerimientos de aceptabilidad y calidad establecidos en la norma NTE INEN 2570, (2011), cuyos parámetros seleccionaron como mejor formulación al tratamiento T2 (sacha inchi 20%, quinua 20% y miel de panela 20%). Este tratamiento destaca por su alto contenido de proteína, fibra y carbohidratos 10,2%, 23,1% y 53,4% respectivamente y revaloriza los pseudocereales subutilizados generando una nueva alternativa que cubre en parte el aporte calórico proteico diario de una alimentación variada y saludable en el Ecuador.
- El tiempo de vida útil se determinó en función de la calidad microbiológica el cual estableció un tiempo de almacenamiento de 3 meses y con respecto al periodo de inducción o estabilidad oxidativa de 3 años; por tanto, se establece que si las condiciones microbiológicas no son adecuadas no podría consumirse el producto así se encuentre estable el contenido de grasa en el almacenamiento en condiciones normales y con un empaque adecuado. El análisis microbiológico de las barras nutritivas $<1 \cdot 10^4$ UFC/g de aerobios mesofilos, lo que indica que se encuentra dentro de los requisitos dentro de la norma técnica NTE INEN 2570, (2011), que establece un máximo permisible de 10^4 UFC/g.
- Al establecer el análisis de costos del producto, presentó un costo beneficio de 0.77 ctvs por cada barra de cereal de 60 g (3 barras por cada formulación). En base al balance de materia para la combinación de sachá inchi 20%, quinua

20% y miel de panela 20%, se obtuvo un rendimiento del 89% y con un peso inicial de producción de 205,41g.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere estandarizar la materia prima, de tal manera que los parámetros físicos no afecten la estructura y composición de las barras de cereal, además utilizar la mezcla base con otros ingredientes para generar una mayor variedad de productos.
- Se recomienda la utilización de maquinaria especializada para la obtención de barras nutritivas de calidad, lo cual garantiza un proceso más eficiente, produciendo una mayor cantidad y reduciendo el costo de producción, haciendo que el producto se vea más atractivo a los ojos del consumidor y disminuyendo el precio de venta.
- Se recomienda realizar un empaque al vacío de las barras nutritivas para prevenir la oxidación acelerada de los lípidos constituyentes del producto.
- Se recomienda controlar parámetros de temperatura y °Brix de la miel de panela, puesto que, por condiciones de madurez de la piña, puede existir un desequilibrio que afectaría de manera sensorial el sabor y aceptabilidad del producto.
- Se recomienda realizar un análisis sensorial con jueces entrenados cuyo resultado objetivo permitan la obtención de productos similares o superiores a los ya conocidos en el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleman, C., & Saenz, A. (2004). *Manual De Exportación De Frutas (Piña) Para El Mercado Europeo (España)*. 104.
- Alvarado, J. de D. (2013). *Principios de Ingeniería Aplicados en Alimentos (2da. ed.)*.
- Alvarez, L., & Rios, S. (2009). *Instituto de investigaciones de la amazonía peruana estudio de viabilidad económica del cultivo de*. Retrieved from <http://www.iiap.org.pe/cdpublicaciones2011/documentos/pdf/analisis/3.pdf>
- Antiasarán Anchía I, M. H. J. (2000). *Alimentos Composición y Propiedades*.
- AOCS Official Method Cd 12c-16. (2019). Oxidation Test Reactor Oxidative Stability Studies Directly on the Whole Sample According to Official Method. *Oxidation Test Reactor Oxidative Stability Studies Directly on the Whole Sample According to Official Method-VELP, 1*(Italia), 1–6.
- Arfini, F., & Antonioli, F. (2013). *Sacha Inchi: Investigación sobre las condiciones para el reconocimiento de la indicación Geográfica en el Perú*.
- Arriagada, V. (2000). Semillas Inspección, análisis, tratamiento y legislación. *Iica-O.E.A.*, 115. Retrieved from https://books.google.co.cr/books?id=kJ8qAAAAYAAJ&pg=PA41&lpg=PA41&dq=diferencias+entre+incubación+en+agar+o+en+camara+humeda&source=bl&ots=DcuiwxTnOT&sig=ACfU3U0IHtwA7ZPpVSA3_1N7hJdi0aASyg&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjcm5npi8_lAhWKslkKHf7OCPQQ6AEwA3oECACQAQ#v=o
- Ayala, F. J. (2013). Desarrollo de estrategias de posicionamiento . Caso : Producto Quinoa Development of optimization strategies . Case : Product Quinoa. *Perspectivas*, 32, 39–60. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425941262002>
- Badui Dergal, S. (2006). Salvador Badui Dergal. In *Química de los alimentos*.
- Báez. (2013). Elaboración de una barra energética a base de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) como fuente de Omega 3 y 6. *Universidad San Francisco de Quito*, 19.

- Baldeón Clavijo, D., Velásquez Rodríguez, F., & Castellanos Estupiñán, J. E. (2015). Utilización de plukenetia volubilis (sacha inchi) para mejorar los componentes nutricionales de la hamburguesa. *Enfoque UTE*, 6(2), 59. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v6n2.60>
- Blas, C. de, Mateos, G. G., & Rebollar., P. G. (2010). Subproductos de Molinería del Trigo. *Fedna*, 3, 502.
- Bohórquez, P. C., Riofrío, H. A., & Romero, M. E. (2004). “ *PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE QUINUA EN Resumen Introducción Contenido*. 1–8.
- Camino, C., Espín, S., Samaniego, I., & Carpio, C. (2008). Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. *Iniap*, 12, 10. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Carrera, C. S. V. (2012). VALOR NUTRITIVO Y FUNCIONAL DE LA HARINA DE AMARANTO (*Amaranthus hybridus*) EN LA PREPARACIÓN DE GALLETAS. *El Escorial*, 1–183.
- Carrera, M., Galán, V., Gonzáles, F., Hidalgo, L., & Navarro, J. (2005). Prontuario de agricultura. *España*, 3, 917.
- Castro, E., & De Hombre, R. (2007). Parámetros mecánicos y textura de los alimentos. *Cuba. Universidad de Chile. Facultad Deficiencias Químicas y Farmacéuticas.*, 1–157. <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2004.03.040>
- Chaquilla-Quilca, G., Quintana, R. R. B., Mendoza-Wilson, A. M., & Mercado-Ruiz, J. N. (2018). CienciaUAT. *CienciaUAT*, 12(2), 137–147. Retrieved from <http://www.revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/883/481>
- Cirlot, J.-E. (1995). *PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS*. 19, 22, 29,33, 46–47, 48, 51, 187–193.
- Clave, P. (2013). *Nutrición Comunitaria*. 16(3), 147–153.
- Codex Alimentarius Commission. (2006). *Buenas prácticas de manufactura (BPM) de la panela como industria de alimentos*. 129–154. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1525s/a1525s06.pdf>

- Consumer, & Pasas, U. (2004). *Portada >> Las frutas una a una >> Uvas Pasas*. 7.
- Corpoica. (2004). Monografía y cultivo de Sacha Inchi. *Boletín Técnico*, p. 28.
- Cruz, R. (2015). *El género Plukenetia (Euphorbiaceae) en México*. (June).
- D, P. (2007). *Protocolo de calidad para esparrago fresco*. 1–7.
- de Mora, B. R. R. C. (2015). Beneficios para la salud digestiva del salvado de trigo; Evidencias científicas. *Nutrición Hospitalaria*, 32, 41–45.
<https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.sup1.9478>
- Delahaye, & Pacheco, E. (n.d.). Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. 2000, (2).
- Esparza, M., & Antonio, J. (1990). *De la humedad de equilibrio en panela*. 70–75.
- Fernandez, T., & Fariño, M. (2011). Elaboración de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazar la comida chatarra. *Universidad de Guayaquil*, 1–148.
- Flores, D., & Lock, O. (2012). Revalorizando el uso milenario del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) para la nutrición, la salud y la cosmética. *Revista de Fitoterapia*, 13(1), 23–30.
- Greenfield, H. (2006). *Datos de composición de alimentos*.
- Guillén, M. D., Ruiz, A., Cabo, N., Chirinos, R., & Pascual, G. (2003). Characterization of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Oil by FTIR spectroscopy and ¹H NMR. Comparison with linseed oil. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(8), 755–762. <https://doi.org/10.1007/s11746-003-0768-z>
- Gutiérrez, L. F., Rosada, L. M., & Jiménez, Á. (2011). Chemical composition of sachá inchi (*plukenetia volubilis* l.) seeds and characteristics of their lipid fraction. *Grasas y Aceites*, 62(1), 76–83. <https://doi.org/10.3989/gya044510>
- Hernández, A., & Cornejo, F. (2011). Desarrollo de Rodajas Deshidratadas de Piña. *Facultad de Ingeniería En Mecánica y Ciencias de La Producción*, (1), 1–6.

Retrieved from <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14795>

Hernández, J. (2015). La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus Quinoa, an option for feeding of the diabetes mellitus patient. *Revista Cubana de Endocrinología*, 26(3), 304–312. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/end/v26n3/end10315.pdf>

Hough, G. (2000). *Textura sensorial de galletitas crocantes en función de su composición , humedad y temperatura de transición vítrea.*

ICBF. (2005). *Tabla de Composición de Alimentos Colombianos (TCAC).*

ICONTEC. (2009). *NTC 1311 Productos agrícolas. Panela.* (3), 16.

INEN-ISO, N., & 712:2013. (2014). CEREALES Y PRODUCTOS DE CEREALES DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD MÉTODO DE REFERENCIA (IDT). *CEREALES Y PRODUCTOS DE CEREALES DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD MÉTODO DE REFERENCIA (IDT)*, 2009 Prime(Quito-Ecuador), 4.

INEN. (1981). *Determinación de la ceniza.* 0519.

INEN, N. 2085. (2005). *Nte.Inen 2085:2015 Galletas.* 2085.

Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización. (2016). *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. parte 2. rotulado nutricional.* Retrieved from <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu175751.pdf>

Jaramillo, L. (2013). *Evaluación de las características texturales y sensoriales de una barra de Granola obtenida mediante moldeado en frio.*

Larrañaga, I. (1999). Cereales y Derivados. Harinas. *Control e Higiene de Alimentos*, 390–410.

Lascano, A. (2013). *Aprovechamiento de los Residuos Industriales de Uvilla (Physalis peruviana) para la Elaboración de Barras Energéticas en la Asociación Artesanal Tierra Productiva.* UTA. 1–222.

- Manso, L. (2017). *Los cultivos de cosecha fina en la region de influencia de la experimental*. 1–3.
- Márquez, B. (2014). *Cenizas Y Grasas*. 1–165. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mascietti, M. (2014). *Licenciatura en Nutrición TEMA : PANELA : Propiedades , información y aceptación*.
- Ministerio de Agricultura del Perú. (2011). *Boletín técnico: Cultivo de sacha inchi (Plikenetia volubilis L.)*. 1–20.
- Mozquera, S. A., Carrera, J. E., & Villada, H. S. (2007). Variables que Afectan la Calidad de la Panela. *Revista Biotecnologica*, 5(1), 17–27. Retrieved from <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/45>
- NMX-F-066-S-1978. (1978). NMX-F-066-S-1978 Determinación De Cenizas En Alimentos. *Colpos.Mx*, 3–6. Retrieved from <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-038-2002.PDF>
- Noguera, & Gigante. (2018). *Principios de la preparación de alimentos*.
- NTE INEN 1529-7. (2013). Control Microbiológico de los Alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias. *Control Microbiológico de Los Alimentos. Determinación de Microorganismos Coliformes Por La Técnica de Recuento de Colonias, Primera Ed*(Quito-Ecuador), 1–8. Retrieved from <http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>
- NTE INEN 2570. (2011a). *BOCADITOS DE GRANOS, CEREALES Y SEMILLAS. 2570*.
- NTE INEN 2570, I. E. D. N. (2011b). *Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen 2570 Bocaditos De Granos, Cereales Y Semillas. Requisitos. primera ed*(Quito-Ecuador), 6. Retrieved from http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2570.pdf
- Ochoa, C. (2013). *Formulación, Elaboración y Control de Calidad de Barras Energéticas*

a Base de Miel y Avena para la Empresa APICARE. *Facultad de Ciencias, Bachelor*, 124. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2577>

Olivera, M., Ferreyra D, V., Giacomino M, S., Curia C, A., Pellegrino G, N., Fournier U, M., & Apro C, N. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica Development of nutritive cereal bars and effect of processing on the protein quality. *Chil, Rev Vol, Nutr*, 39(12), 106.

<https://doi.org/10.4067/S0717-75182012000300003>

Pinto, M. (2012). El cultivo de la piña y el clima en Ecuador. *Revista El Agro*, 700, 1.

Retrieved from

<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/>

El cultivo de la piña y el clima en el

Ecuador.pdf%0Ahttp://www.revistaelagro.com/2012/09/10/el-cultivo-de-la-pina-y-

el-clima-en-ecuador/

Quinto, D. A., Solano, M. Q., & Silva, C. E. (2015). *EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE TRES VARIEDADES DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd) NEGRA COLLANA , PASANKALLA ROJA Y BLANCA JUNÍN EXTRACTION AND CHARACTERIZED STARCH THREE VARIETIES OF QUINOA (Chenopodium quinoa Willd) BLACK COLLANA , RE. 81(1), 44–54.*

R, M.-P., J, G.-S., AC, S., & , Montilla A1y Villamiel, M. (2008). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN FRUTAS DESHIDRATADAS COMERCIALES COMUNES Y EXÓTICAS. *Instituto de Investigación En Ciencias de La Alimentación (CIAL) (CSIC-UAM) CEI*, □□□□□□ 49(المجلة), 69–73.

REVISIÓN Islam, A. DE, & Nazrul, M. (2013). *Revista Médico Científica Los Antioxidantes Para La Salud Óptima. Antioxidants for Optimum Health*. 3–9.

Retrieved from

https://www.revistamedicocientifica.org/index.php/rmc/article/viewFile/371/pdf_54

Romero, I., Díaz, V., & Aguirre, A. (2016). *Fortalecimiento de la cadena de valor*.

Retrieved from

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40251/1/S1600668_es.pdf

Sanchez, K. A. (2012). Observations regarding consumption of Peruvian native grains (quinoa, amaranth and kañiwa), weight status, and perceptions of potential risk factors, warning signs and symptoms of type 2 diabetes among Peruvian adults: A case study. *ProQuest Dissertations and Theses*, 163. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/1032812529?accountid=10637%5Cnhttps://sf-x-44uea.hosted.exlibrisgroup.com/44uea?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:dissertation&genre=dissertations+%2526+theses&sid=ProQ:ProQuest+Dissertations+%2526+The

Secretaría de Salud de México-SSA. (1978). Determinacion de reductores directos y totales en alimentos NMX-F-312-1978. *Normas Mexicanas. Dirección General De Normas*, 5.

Sonora, A. (2004). *Las Uvas Pasas*. 13–16. Retrieved from <https://www.bolsamza.com.ar/english/mercados/uvapasas1.pdf>

Stan, C. (1989). *CODEX STAN 73-1981 Página 1 de 5*. 1–5.

STEWART, B. (2008). *libro Packaging : Manual De DiseÑO Y Produccion Bill Stewart pdf Descargar PDF Leer en línea*. (9788425222313), 28015.

Vizuete, A. A., & Anta, R. M. O. (2016). Effects of oat beta-glucan intake on blood cholesterol: A review. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 20(2), 127–139. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.2.183>

Werhahne, N. (2009). *Evaluacion de parametros de calidad molinera de avenas en argentina*. 84 páginas.

Yupanqui, G., Allecca, E., & Allecca, G. (2016). Efecto Del Contenido De Humedad Y Temperatura Sobre La Difusividad Térmica En Granos Andino. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82(3), 259–271.

Zoulias, E. I., Oreopoulou, V., & Tzia, C. (2000). Effect of fat mimetics on physical,

textural and sensory properties of cookies. *International Journal of Food Properties*, 3(3), 385–397. <https://doi.org/10.1080/10942910009524643>

Zuloeta, G. (2014). *Compuestos Fenólicos, Tocoferoles, Ácidos Grasos, Carotenoides, Fitoesteroles Y Capacidad Antioxidante De 16 Cultivares De Semillas De Sacha Inchi*. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2420/Q04-Z8-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

ANEXO 1. HOJA DE CATACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
Y BIOTECNOLOGÍA



CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

BARRAS ENERGÉTICAS

Nombre:

Fecha:

Por favor, en el orden que se solicita deguste las muestras y marque con (X) a su parecer una alternativa de cada característica indicada.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS			
AROMA	1. Desagrada mucho				
	2. Desagrada poco				
	3. Ni agrada ni desagrada				
	4. Agrada poco				
	5. Agrada mucho				
COLOR	1. Muy Pálido				
	2. Pálido				
	3. Dorado				
	4. Oscuro				
	5. Muy oscuro				
TEXTURA	1. Dura				
	2. Ligeramente dura				
	3. Ni dura ni suave				
	4. Ligeramente suave				
	5. Suave				
SABOR	1. Desagrada mucho				
	2. Desagrada poco				
	3. Ni agrada ni desagrada				
	4. Agrada poco				
	5. Agrada mucho				
ACEPTABILIDAD	1. Desagrada mucho				
	2. Desagrada poco				
	3. Ni agrada ni desagrada				
	4. Agrada poco				
	5. Agrada mucho				

ANEXO 2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS BARRAS DE CEREAL

Porcentaje de Humedad

Tabla 14. Análisis de Varianza para HUMEDAD

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:% SACHA INCHI	8,74834	1	8,74834	4,95	0,0431
B:% QUINUA	5,143	1	5,143	2,91	0,1102
C:% ENDULZANTE	11,2477	1	11,2477	6,36	0,0244
AB (% SACHA INCHI*% QUINUA)	13,6957	1	13,6957	7,74	0,0147
AC (% SACHA INCHI*% ENDULZANTE)	0,178538	1	0,178538	0,10	0,7554
BC (% QUINUA*% ENDULZANTE)	12,5426	1	12,5426	7,09	0,0186
ABC (% SACHA INCHI*% QUINUA*% ENDULZANTE)	2,0475	1	2,0475	1,16	0,3001
bloques	0,670558	2	0,335279	0,19	0,8294
Error total	24,7616	14	1,76869		
Total (corr.)	79,0356	23			

Gráfico 11. Diagrama de Pareto Estandarizado para Humedad

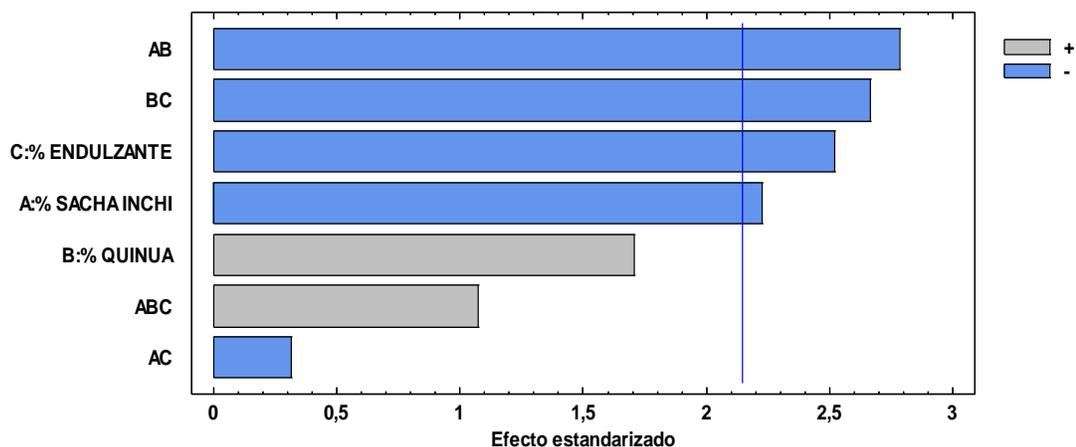


Grafico 12. Grafica de Efectos Principales para Humedad

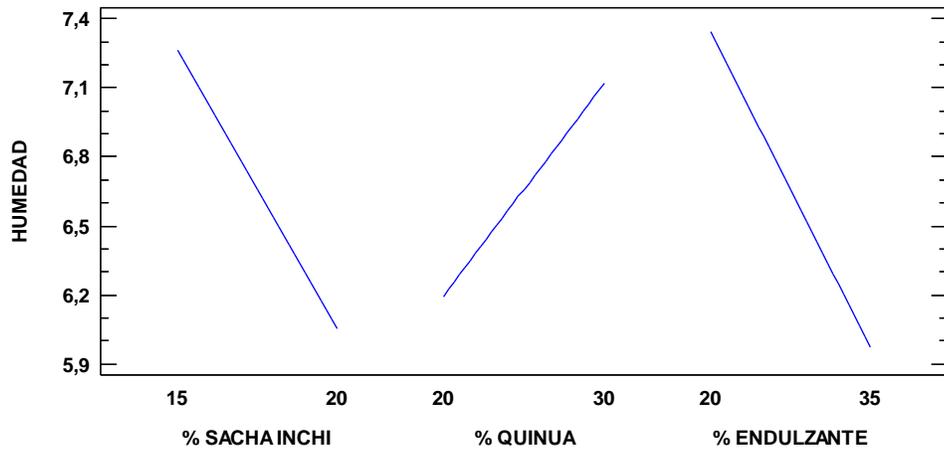


Grafico 13. Grafica de Interacción para Humedad

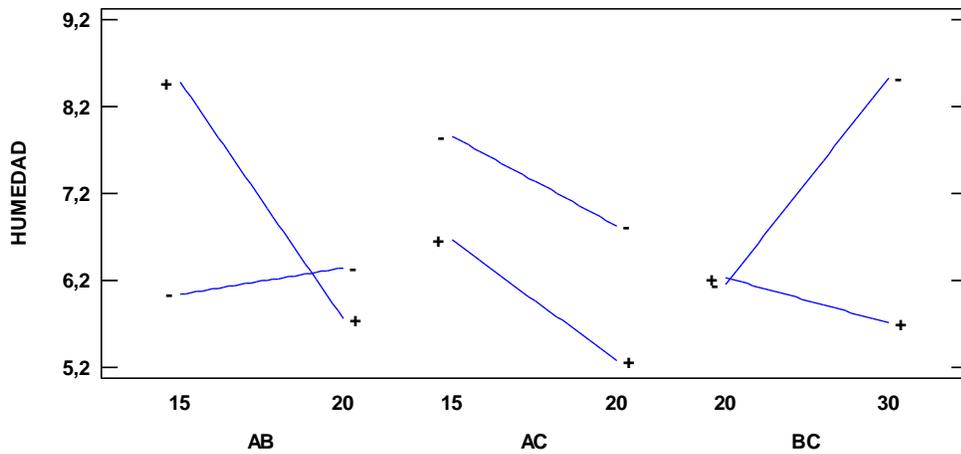


Tabla 15. Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad por Tratamientos – Prueba de Tukey HSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T8	3	4.56	a
T1	3	5.63	a
T6	3	6.01	a
T5	3	6.46	a
T2	3	6.69	ab
T7	3	6.87	ab
T4	3	6.96	ab
T3	3	10.09	b

Porcentaje de Cenizas

Tabla 16. Análisis de Varianza para Cenizas

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:% SACHA INCHI	0,0210042	1	0,0210042	0,28	0,6070
B:% QUINUA	0,155204	1	0,155204	2,05	0,1746
C:% ENDULZANTE	0,00700417	1	0,00700417	0,09	0,7657
AB (% SACHA INCHI*% QUINUA)	0,108004	1	0,108004	1,42	0,2526
AC (% SACHA INCHI*% ENDULZANTE)	0,116204	1	0,116204	1,53	0,2362
BC (% QUINUA*% ENDULZANTE)	0,0018375	1	0,0018375	0,02	0,8785
ABC (% SACHA INCHI*% QUINUA*% ENDULZANTE)	0,000204167	1	0,000204167	0,00	0,9594
bloques	0,178033	2	0,0890167	1,17	0,3380
Error total	1,0621	14	0,0758643		
Total (corr.)	1,6496	23			

Grafico 14. Diagrama de Pareto Estandarizado para Cenizas

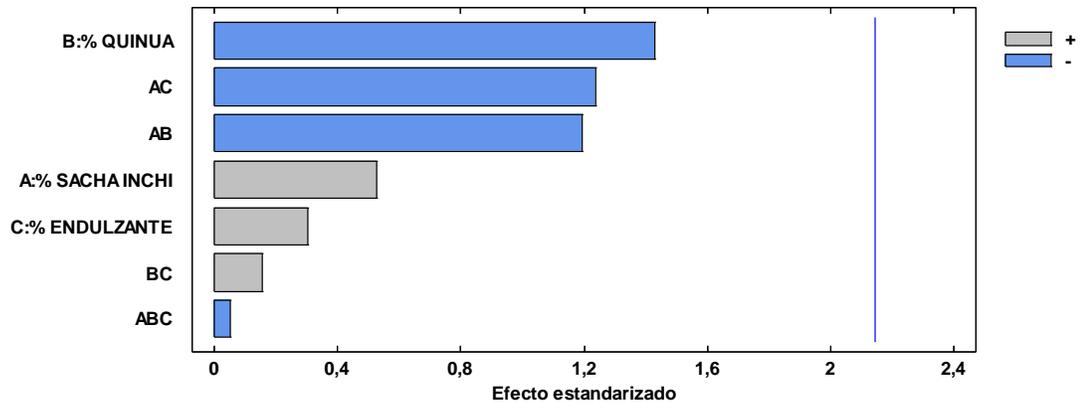


Grafico 15. Gráfico de Efectos Principales para Cenizas

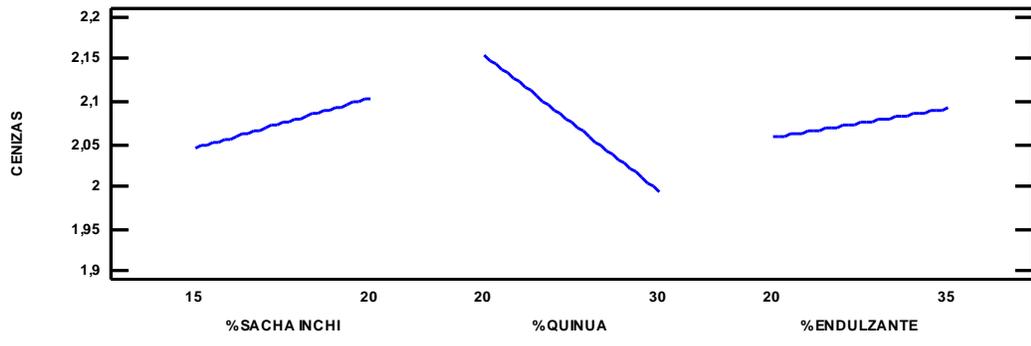


Grafico 16. Gráfico de Interacción para Cenizas

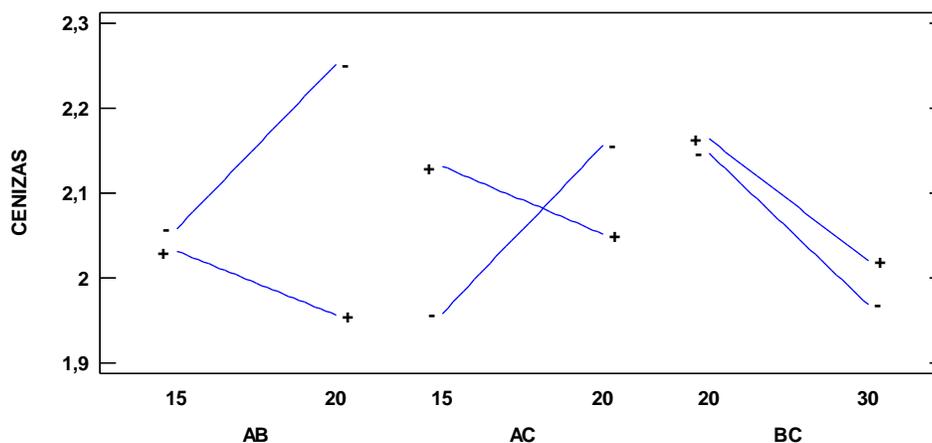


Tabla 17. Pruebas de Múltiple Rangos para Cenizas por Tratamientos – Prueba de Tukey HSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T8	3	1.91	a
T3	3	1.93	a
T1	3	1.98	a
T4	3	2.00	a
T7	3	2.13	a
T5	3	2.13	a
T6	3	2.19	a
T2	3	2.31	a

Período de Inducción

Tabla 18. Análisis de Varianza para Cenizas

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:% SACHA INCHI	25185,7	1	25185,7	72,94	0,0001
B:% QUINUA	4395,69	1	4395,69	12,73	0,0091
C:% ENDULZANTE	6561,0	1	6561,0	19,00	0,0033
AB (% SACHA INCHI*% QUINUA)	5012,64	1	5012,64	14,52	0,0066
AC (% SACHA INCHI*% ENDULZANTE)	1317,69	1	1317,69	3,82	0,0917

BC (% QUINUA*% ENDULZANTE)	1406,25	1	1406,25	4,07	0,0834
ABC (% SACHA INCHI*% QUINUA*% ENDULZANTE)	1253,16	1	1253,16	3,63	0,0985
bloques	441,0	1	441,0	1,28	0,2957
Error total	2417,04	7	345,291		
Total (corr.)	47990,2	15			

Grafico 17. Diagrama de Pareto Estandarizada para Inducción

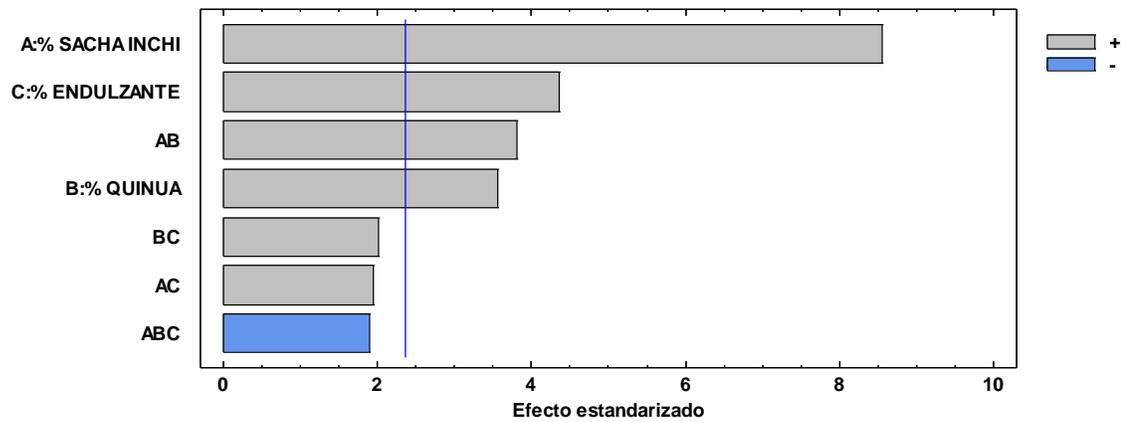


Grafico 18. Gráfico de Efectos Principales para Inducción

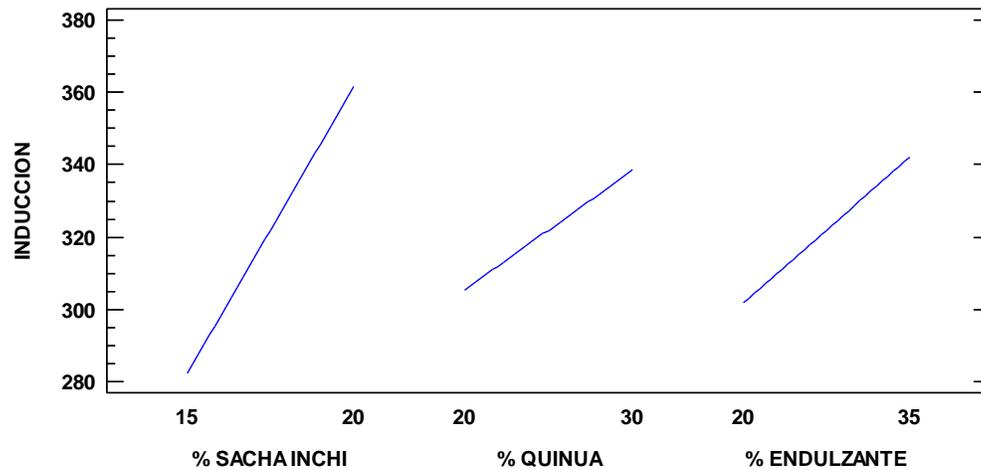


Grafico 19. Gráfico de Interacción Inducción

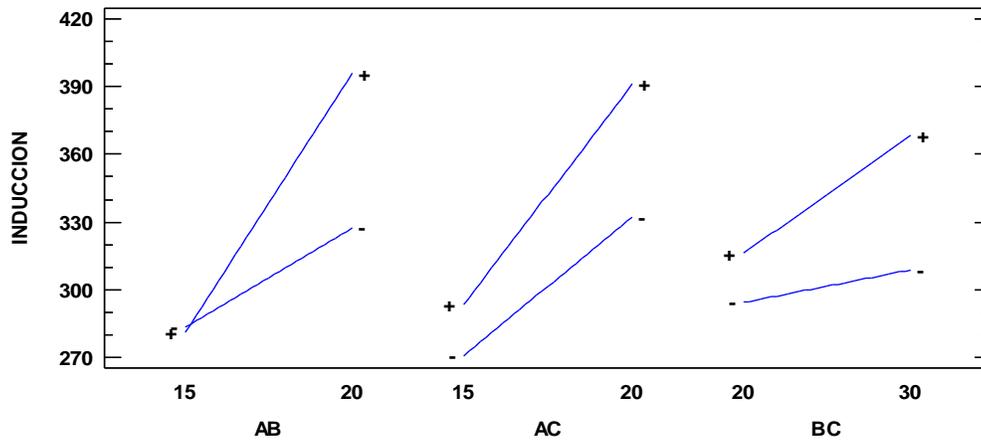


Tabla 19. Pruebas de Múltiple Rangos para Periodo de Inducción por Tratamientos – Prueba de Tukey HSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	2	251.7	a
T5	2	276.3	a
T1	2	290.4	ab
T2	2	298.5	abc
T7	2	310.5	abc
T6	2	356.1	abc
T4	2	366.0	bc
T8	2	425.7	c

Estimación del tiempo vida útil a partir del período de inducción

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)
90	7.18
100	5.70
110	4.92

14.43	
1853340.05	MIN
30889.00	H
1287.04	DIAS
42.90	MESES
3.58	AÑOS

Análisis de Textura

Dureza

Tabla 20. Análisis de Varianza para dureza - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	4656.23	7	665.18	5.47	0.0034
B:Replicas	63.66	2	31.83	0.26	0.7732
Residuos	1700.93	14	121.50		
Total (Corregido)	6420.82	23			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla 21. Pruebas de Múltiple Rangos para dureza por tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T2	3	57.98	6.36	a
T5	3	66.9	6.36	ab
T3	3	88.23	6.36	abc
T1	3	88.4	6.36	abc
T8	3	90.6	6.36	bc
T4	3	94.1	6.36	bc
T7	3	97.33	6.36	bc
T6	3	99.4	6.36	c

ANEXO 3. ANÁLISIS SENSORIAL

Olor

Tabla 22. Análisis de Varianza para OLOR - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	8,0057	7	1,14367	1,92	0,0754
B:Catadores	66,5515	95	0,700542	1,18	0,2196
Residuos	52,9943	89	0,595442		
Total (Corregido)	129,313	191			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla 23. Pruebas de Múltiple Rangos para OLOR por TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	24	2,98685	0,221214	a
4	25	3,07374	0,216005	a
7	24	3,12738	0,220892	a
3	24	3,37687	0,220442	a
8	24	3,38562	0,221206	a
5	23	3,48127	0,225417	a
6	24	3,63746	0,219892	a
2	24	3,6978	0,220727	a

Color

Tabla 24. Análisis de Varianza para COLOR - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	10,7746	7	1,53922	2,84	0,0101
B:Catadores	72,9412	95	0,767802	1,42	0,0488
Residuos	48,2254	89	0,541859		
Total (Corregido)	135,313	191			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla 25. Pruebas de Múltiple Rangos para COLOR por TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	24	2,91741	0,211069	a
4	24	3,07366	0,211069	ab
7	24	3,14286	0,211069	ab
3	24	3,23214	0,211069	ab
8	24	3,39509	0,211069	ab
5	24	3,48884	0,211069	ab
6	24	3,70536	0,211069	ab
2	24	3,79464	0,211069	b

Textura**Tabla 26.** Análisis de Varianza para TEXTURA - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma De Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	20,9255	7	2,98936	2,05	0,0579
B:Catadores	175,409	95	1,84641	1,26	0,1329
Residuos	130,074	89	1,46151		
Total (Corregido)	322,667	191			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla 27. Pruebas de Múltiple Rangos para TEXTURA por TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	24	2,40389	0,345363	a
2	24	2,41384	0,345809	a
6	24	2,51643	0,344502	a
5	23	2,80269	0,353158	ab
1	24	2,88175	0,346572	ab
4	25	2,9556	0,338412	ab
7	24	3,6466	0,346068	b
8	24	3,70616	0,34656	b

Sabor

Tabla 28. Análisis de Varianza para SABOR - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	7,91722	7	1,13103	1,23	0,2929
B:Catadores	163,279	95	1,71872	1,87	0,0015
Residuos	81,5828	89	0,91666		
Total (Corregido)	256,62	191			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla 29. Pruebas de Múltiple Rangos para SABOR por TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
5	23	3,28765	0,279687	a
4	25	3,61401	0,268009	a
3	24	3,61715	0,273514	a
6	24	3,66797	0,272832	a
7	24	3,88987	0,274072	a
8	24	3,95719	0,274462	a
1	24	4,05123	0,274471	a
2	24	4,44299	0,273867	a

Aceptabilidad

Tabla 30. Análisis de Varianza para ACEPTABILIDAD - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Tratamientos	16,3036	7	2,32908	1,75	0,1084
B:Catadores	138,618	95	1,45914	1,09	0,3346
Residuos	118,696	89	1,33367		
Total (Corregido)	269,0	191			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla 31. Pruebas de Múltiple Rangos para ACEPTABILIDAD por TRATAMIENTOS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
6	24	3,49343	0,32909	a
7	24	3,50781	0,330586	a
1	24	3,52919	0,331068	a
5	23	3,66015	0,337359	a
3	24	3,95757	0,329913	a
4	25	3,98349	0,323272	a
8	24	4,06033	0,331056	a
2	24	4,79456	0,330339	a

Tabla 32. Datos Humedad programa Statgraphics Centurion XVI

Bloque	Sacha Inchi	Quinua	Endulzante	Humedad
1	15	30	35	7,5
1	20	30	20	5,42
1	15	30	20	10,28
1	15	20	20	6,26
1	20	20	35	5,24
1	20	20	20	6,75
1	15	20	35	7,57
1	20	30	35	5,68
2	15	30	35	8,35
2	20	30	20	7,43
2	15	30	20	8,8
2	15	20	20	6,13
2	20	20	35	4,94
2	20	20	20	6,68
2	15	20	35	5,81
2	20	30	35	3,34
3	15	30	35	4,75
3	20	30	20	8,04
3	15	30	20	11,2
3	15	20	20	4,49
3	20	20	35	7,84
3	20	20	20	6,63
3	15	20	35	6
3	20	30	35	4,66

Tabla 33. Datos Cenizas programa Statgraphics Centurion XVI

BLOQUE	SACHA INCHI	QUINUA	ENDULZANTE	CENIZAS
1	20	30	20	2,17
1	20	30	35	1,89
1	15	30	35	2,49
1	15	30	20	1,83
1	15	20	20	2,09
1	20	20	20	1,83
1	15	20	35	2,45
1	20	20	35	2,64
2	20	30	20	1,83
2	20	30	35	1,9
2	15	30	35	1,97
2	15	30	20	1,92
2	15	20	20	1,96
2	20	20	20	2,46
2	15	20	35	1,72
2	20	20	35	1,95
3	20	30	20	2,01
3	20	30	35	1,94
3	15	30	35	1,93
3	15	30	20	2,05
3	15	20	20	1,9
3	20	20	20	2,64
3	15	20	35	2,23
3	20	20	35	1,99

Tabla 34. Datos Periodo de Inducción programa Statgraphics Centurion XVI

Bloque	Sacha Inchi	Quinoa	Endulzante	Periodo de Inducción
1	15	20	20	267,6
1	20	20	20	273
1	15	30	20	263,4
1	20	30	20	364,8
1	15	20	35	270
1	20	20	35	363
1	15	30	35	304,8
1	20	30	35	426,6
2	15	20	20	313,2
2	20	20	20	324
2	15	30	20	240
2	20	30	20	367,2
2	15	20	35	282,6
2	20	20	35	349,2
2	15	30	35	316,2
2	20	30	35	424,8

Tabla 35. Datos Olor programa Statgraphics Centurion XVI

CATADORES	TRATAMIENTOS	OLOR			
1	1	3	20	3	3
1	2	3	20	5	4
2	1	4	21	4	3
2	3	3	21	5	4
3	2	4	22	6	2
3	3	4	22	7	4
4	4	3	23	6	4
4	5	3	23	8	3
5	4	3	24	7	4
5	6	4	24	8	4
6	5	3	25	1	4
6	6	4	25	2	5
7	7	3	26	1	3
7	8	3	26	3	5
8	1	3	27	2	3
8	7	3	27	3	4
9	1	3	28	4	4
9	8	3	28	5	3
10	2	3	29	4	3
10	3	2	29	6	4
11	2	3	30	5	3
11	4	3	30	6	5
12	3	3	31	7	2
12	4	3	31	8	4
13	5	4	32	1	4
13	6	4	32	7	2
14	5	3	33	1	3
14	7	3	33	8	4
15	6	5	34	2	3
15	7	4	34	3	3
16	1	3	35	2	5
16	8	4	35	4	3
17	2	4	36	3	3
17	8	2	36	4	3
18	1	2	37	5	4
18	2	5	37	6	3
19	3	2	38	5	3
19	4	2	38	7	3
			39	6	2

39	7	1
40	1	4
40	8	4
41	2	3
41	8	3
42	1	2
42	2	4
43	3	5
43	4	3
44	3	2
44	5	2
45	4	3
45	5	2
46	6	3
46	7	3
47	6	4
47	8	3
48	7	4
48	8	4
49	1	3
49	2	3
50	1	3
50	3	3
51	2	3
51	3	2
52	4	4
52	5	3
53	4	3
53	6	4
54	4	4
54	6	2
55	7	3
55	8	3
56	1	3
56	7	4
57	1	3
57	8	3
58	2	4
58	3	4
59	2	4
59	4	4

60	3	3
60	4	3
61	5	4
61	6	4
62	5	3
62	7	4
63	6	5
63	7	4
64	1	2
64	8	3
65	2	4
65	8	3
66	1	3
66	2	4
67	3	4
67	4	4
68	3	1
68	5	3
69	4	2
69	5	4
70	6	4
70	7	3
71	6	3
71	8	3
72	7	3
72	8	3
73	1	3
73	2	3
74	1	2
74	3	3
75	2	3
75	3	5
76	4	3
76	5	3
77	4	4
77	6	5
78	5	4
78	6	4
79	7	2
79	8	4
80	1	3

80	7	4
81	1	4
81	8	4
82	2	5
82	3	3
83	2	4
83	4	2
84	3	3
84	4	3
85	5	3
85	6	3
86	5	5
86	7	3
87	6	3
87	7	4
88	1	2
88	8	3

89	2	3
89	8	4
90	1	4
90	2	2
91	3	4
91	4	3
92	3	5
92	5	5
93	4	3
93	5	5
94	6	4
94	7	3
95	6	4
95	8	3
96	7	3
96	8	3

Tabla 36. Datos Color programa Statgraphics Centurion XVI

CATADORE S	TRATAMIENTO S	COLOR			
1	1	3	19	4	2
1	2	3	20	3	2
2	1	4	20	5	4
2	3	3	21	4	3
3	2	4	21	5	1
3	3	4	22	6	2
4	4	3	22	7	4
4	5	3	23	6	4
5	4	3	23	8	3
5	6	4	24	7	4
6	5	3	24	8	4
6	6	4	25	1	4
7	7	3	25	2	5
7	8	3	26	1	3
8	1	4	26	3	5
8	7	3	27	2	4
9	1	3	27	3	4
9	8	3	28	4	4
10	2	3	28	5	3
10	3	2	29	4	3
11	2	3	29	6	4
11	4	3	30	5	3
12	3	3	30	6	5
12	4	3	31	7	2
13	5	4	31	8	4
13	6	4	32	1	4
14	5	3	32	7	3
14	7	3	33	1	3
15	6	5	33	8	4
15	7	4	34	2	4
16	1	3	34	3	3
16	8	4	35	2	5
17	2	4	35	4	3
17	8	3	36	3	3
18	1	2	36	4	3
18	2	4	37	5	4
19	3	2	37	6	3
			38	5	3
			38	7	3

39	6	2
39	7	1
40	1	4
40	8	4
41	2	4
41	8	3
42	1	2
42	2	4
43	3	5
43	4	3
44	3	2
44	5	2
45	4	3
45	5	2
46	6	3
46	7	3
47	6	4
47	8	3
48	7	4
48	8	4
49	1	3
49	2	3
50	1	3
50	3	3
51	2	3
51	3	2
52	4	4
52	5	3
53	4	3
53	6	4
54	5	4
54	6	2
55	7	3
55	8	3
56	1	3
56	7	4
57	1	3
57	8	3
58	2	4
58	3	4
59	2	4

59	4	4
60	3	3
60	4	3
61	5	4
61	6	4
62	5	3
62	7	4
63	6	5
63	7	4
64	1	2
64	8	3
65	2	4
65	8	3
66	1	3
66	2	4
67	3	4
67	4	4
68	3	1
68	5	3
69	4	2
69	5	4
70	6	4
70	7	3
71	6	3
71	8	3
72	7	3
72	8	3
73	1	3
73	2	3
74	1	2
74	3	3
75	2	4
75	3	5
76	4	3
76	5	3
77	4	4
77	6	5
78	5	4
78	6	4
79	7	2
79	8	4

80	1	3
80	7	4
81	1	2
81	8	4
82	2	5
82	3	3
83	2	4
83	4	2
84	3	3
84	4	3
85	5	3
85	6	3
86	5	5
86	7	3
87	6	3
87	7	4
88	1	2
88	8	2

89	2	3
89	8	4
90	1	4
90	2	4
91	3	4
91	4	3
92	3	5
92	5	5
93	4	3
93	5	5
94	6	4
94	7	3
95	6	4
95	8	2
96	7	3
96	8	3

Tabla 37. Datos Textura programa Statgraphics Centurion XVI

CATADORE S	TRATAMIENTOS	TEXTUR A
1	1	3
1	2	2
2	1	2
2	3	2
3	2	4
3	3	3
4	4	4
4	5	5
5	4	5
5	6	3
6	5	4
6	6	4
7	7	5
7	8	5
8	1	4
8	7	4
9	1	1
9	8	2
10	2	3
10	3	2
11	2	2
11	4	5
12	3	4
12	4	4
13	5	2
13	6	3
14	5	4
14	7	3
15	6	1
15	7	3
16	1	3
16	8	2
17	2	1
17	8	1
18	1	1
18	2	3
19	3	1

19	4	4
20	3	2
20	5	3
21	4	3
21	5	5
22	6	1
22	7	1
23	6	4
23	8	2
24	7	3
24	8	4
25	1	4
25	2	3
26	1	3
26	3	1
27	2	3
27	3	4
28	4	2
28	5	2
29	4	3
29	6	3
30	5	3
30	6	1
31	7	4
31	8	3
32	1	4
32	7	4
33	1	5
33	8	5
34	2	2
34	3	2
35	2	3
35	4	1
36	3	5
36	4	3
37	5	4
37	6	3
38	5	3
38	7	3

39	6	3
39	7	4
40	1	1
40	8	4
41	2	1
41	8	5
42	1	5
42	2	4
43	3	2
43	4	1
44	3	5
44	5	1
45	4	2
45	5	1
46	6	1
46	7	5
47	6	4
47	8	5
48	7	2
48	8	4
49	1	4
49	2	4
50	1	2
50	3	4
51	2	3
51	3	2
52	4	2
52	5	1
53	4	3
53	6	4
54	4	4
54	6	5
55	7	3
55	8	2
56	1	2
56	7	2
57	1	4
57	8	4
58	2	4
58	3	3
59	2	2

59	4	2
60	3	2
60	4	4
61	5	2
61	6	2
62	5	4
62	7	2
63	6	1
63	7	1
64	1	2
64	8	2
65	2	1
65	8	4
66	1	4
66	2	3
67	3	1
67	4	2
68	3	4
68	5	4
69	4	2
69	5	2
70	6	3
70	7	4
71	6	1
71	8	5
72	7	4
72	8	3
73	1	4
73	2	5
74	1	5
74	3	1
75	2	2
75	3	2
76	4	1
76	5	2
77	4	5
77	6	1
78	5	1
78	6	4
79	7	3
79	8	3

80	1	1
80	7	4
81	1	1
81	8	5
82	2	2
82	3	2
83	2	1
83	4	5
84	3	1
84	4	1
85	5	3
85	6	2
86	5	1
86	7	5
87	6	1
87	7	5
88	1	2

88	8	2
89	2	3
89	8	3
90	1	4
90	2	3
91	3	2
91	4	3
92	3	4
92	5	4
93	4	4
93	5	5
94	6	3
94	7	2
95	6	4
95	8	4
96	7	3
96	8	3

Tabla 38. Datos Sabor programa Statgraphics Centurion XVI

CATADORE S	TRATAMIENTO S	SABOR			
1	1	3	19	4	2
1	2	4	20	3	5
2	1	4	20	5	4
2	3	3	21	4	4
3	2	4	21	5	2
3	3	4	22	6	4
4	4	2	22	7	4
4	5	4	23	6	4
5	4	5	23	8	3
5	6	5	24	7	2
6	5	5	24	8	4
6	6	4	25	1	5
7	7	4	25	2	4
7	8	4	26	1	5
8	1	5	26	3	3
8	7	5	27	2	4
9	1	4	27	3	5
9	8	5	28	4	5
10	2	5	28	5	2
10	3	5	29	4	2
11	2	5	29	6	2
11	4	5	30	5	3
12	3	2	30	6	3
12	4	2	31	7	3
13	5	4	31	8	2
13	6	5	32	1	3
14	5	5	32	7	4
14	7	5	33	1	5
15	6	3	33	8	4
15	7	5	34	2	5
16	1	4	34	3	4
16	8	2	35	2	5
17	2	4	35	4	4
17	8	3	36	3	4
18	1	2	36	4	5
18	2	5	37	5	4
19	3	3	37	6	4
			38	5	5
			38	7	5

39	6	2
39	7	4
40	1	5
40	8	4
41	2	4
41	8	4
42	1	5
42	2	4
43	3	3
43	4	5
44	3	5
44	5	4
45	4	3
45	5	4
46	6	5
46	7	4
47	6	5
47	8	5
48	7	2
48	8	4
49	1	2
49	2	2
50	1	5
50	3	5
51	2	5
51	3	5
52	4	5
52	5	4
53	4	3
53	6	5
54	4	4
54	6	2
55	7	3
55	8	4
56	1	5
56	7	2
57	1	2
57	8	5
58	2	5
58	3	5
59	2	5

59	4	4
60	3	4
60	4	3
61	5	1
61	6	2
62	5	2
62	7	2
63	6	4
63	7	2
64	1	3
64	8	3
65	2	4
65	8	5
66	1	2
66	2	4
67	3	4
67	4	5
68	3	5
68	5	5
69	4	3
69	5	5
70	6	5
70	7	5
71	6	5
71	8	4
72	7	2
72	8	2
73	1	4
73	2	5
74	1	5
74	3	5
75	2	4
75	3	1
76	4	5
76	5	4
77	4	3
77	6	3
78	5	5
78	6	5
79	7	5
79	8	1

80	1	5
80	7	4
81	1	4
81	8	4
82	2	5
82	3	2
83	2	4
83	4	2
84	3	5
84	4	4
85	5	4
85	6	4
86	5	2
86	7	5
87	6	1
87	7	1
88	1	4

88	8	4
89	2	4
89	8	5
90	1	4
90	2	5
91	3	2
91	4	2
92	3	5
92	5	4
93	4	4
93	5	4
94	6	2
94	7	3
95	6	4
95	8	5
96	7	4
96	8	3

Tabla 39. Datos Aceptabilidad programa Statgraphics Centurion XVI

CATADORES	TRATAMIENTOS	ACEPTABILIDAD	20	3	5
1	1	3	20	5	5
1	2	4	21	4	4
2	1	3	21	5	3
2	3	3	22	6	5
3	2	5	22	7	2
3	3	2	23	6	4
4	4	3	23	8	4
4	5	4	24	7	2
5	4	5	24	8	4
5	6	4	25	1	5
6	5	5	25	2	4
6	6	4	26	1	5
7	7	4	26	3	3
7	8	4	27	2	4
8	1	5	27	3	5
8	7	5	28	4	5
9	1	4	28	5	2
9	8	5	29	4	4
10	2	5	29	6	2
10	3	5	30	5	4
11	2	5	30	6	3
11	4	5	31	7	2
12	3	2	31	8	3
12	4	3	32	1	4
13	5	5	32	7	5
13	6	4	33	1	5
14	5	5	33	8	5
14	7	5	34	2	3
15	6	3	34	3	4
15	7	5	35	2	5
16	1	4	35	4	4
16	8	2	36	3	4
17	2	4	36	4	3
17	8	3	37	5	4
18	1	3	37	6	3
18	2	5	38	5	5
19	3	5	38	7	5
19	4	4	39	6	1

39	7	5	60	3	4
40	1	5	60	4	4
40	8	4	61	5	2
41	2	4	61	6	2
41	8	5	62	5	2
42	1	1	62	7	2
42	2	5	63	6	4
43	3	3	63	7	3
43	4	5	64	1	1
44	3	5	64	8	4
44	5	5	65	2	5
45	4	3	65	8	5
45	5	5	66	1	3
46	6	5	66	2	5
46	7	4	67	3	4
47	6	5	67	4	4
47	8	5	68	3	5
48	7	2	68	5	5
48	8	4	69	4	4
49	1	2	69	5	5
49	2	4	70	6	5
50	1	5	70	7	5
50	3	5	71	6	5
51	2	4	71	8	4
51	3	5	72	7	3
52	4	5	72	8	2
52	5	4	73	1	4
53	4	4	73	2	5
53	6	5	74	1	5
54	4	5	74	3	5
54	6	3	75	2	5
55	7	3	75	3	1
55	8	4	76	4	5
56	1	5	76	5	2
56	7	2	77	4	4
57	1	2	77	6	4
57	8	5	78	5	2
58	2	3	78	6	5
58	3	2	79	7	5
59	2	4	79	8	5
59	4	4	80	1	3

80	7	5	89	2	5
81	1	5	89	8	4
81	8	4	90	1	2
82	2	5	90	2	4
82	3	5	91	3	4
83	2	4	91	4	3
83	4	1	92	3	5
84	3	3	92	5	1
84	4	4	93	4	1
85	5	4	93	5	4
85	6	1	94	6	5
86	5	4	94	7	2
86	7	5	95	6	4
87	6	3	95	8	4
87	7	4	96	7	5
88	1	1	96	8	5
88	8	3			

ANEXO 4. ANÁLISIS PROXIMAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

0000258

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 19-274		80-19-19				
Solicitud N°: 19-274		Pag. 1 de 2				
Fecha recepción: 09 de diciembre de 2019		Fecha de ejecución de ensayos: 11 al 23 de diciembre de 2019				
Información del cliente:						
Empresa:	C.I.BITIC: 0723243794					
Representante: Vanerica Patricia Silva Saquinga	Tf: 0987543425					
Dirección: Ciudadela El Dorado	Email: silva5794@uta.edu.ec					
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto: Barra de cereales	Peso/ Vol.: 200 g					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: funda plástica					
Lote: n/a	No de muestras: 003					
F. Exp.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente S	Refrigeración: Congelación	Almac. en Lab:				
Cierre seguridad: Ninguno S	Interos: Bata:	Muestra por el cliente: 09 de diciembre de 2019				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Barra de cereales de soya, linde y quinoa	27419549	Ninguno	Conten. Grasas totales	AOAC 94.20.2018 921.01	%	1,95
			Protein. Cruda	AOAC 94.20.2018 2001.11	%(Nob.25)	10,2
			Humedad Gravimétrica	AOAC 94.20.2018 921.10	%	5,71
			*Estruc. (alimentos molidos) Grasas totales	AOAC 94.20.2018 2001.06	%	5,42



Certificado No: 19-274						Pág: 2 de 3
Barras de cereales de sacha inchi y quinua	27419549	Ninguno	*Fibra dietética total, Grasas totales- Saturadas	ADAC 981 24 04 2014	%	23,1
			*Carbohidratos Totales, Cálculo	Cálculo	%	53,4
			*Energía, Cálculo	Cálculo	kJ/100g	1269
					kcal/100g	303
			*Vitamina Totales, Vitamina	ADAC 101 09	%	38,2
			*Colesterol, Colesterol	Método Merckom	mg/100g	238,9
			*Azúcar de peróxidos, Proteína	ISO 15824-90 200	mg/100g	182,9
Conds. Ambientales: 22.5 °C; 51.9%HR						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAI.						
 Ing. Carlos Rosacho Director de Calidad						
Acreditación para transmisión electrónica de resultados: Si/No						
Fecha de emisión del certificado: 24 de diciembre de 2019						

