

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



Efecto de la sustitución parcial de salvado de avena (*Avena sativa*) por residuos de pulpa de naranja (*Citrus sinensis*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild)

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

BROOKE CINTHIA CÓRDOVA SAAVEDRA

TRUJILLO, PERÚ

2018

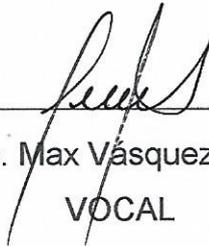
La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente
Jurado:



Ing. Dr. Fernando Rodríguez Avalos
PRESIDENTE



Ing. Ms. Luis Márquez Villacorta
SECRETARIO



Ing. Ms. Max Vásquez Senador
VOCAL



Ing. Ms. Carla Pretell Vásquez
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, que en momentos difíciles me brindo esa fortaleza para levantarme ante cualquier obstáculo.

A mi madre Anita Saavedra Díaz $\frac{1}{1}$ que desde el cielo cuida mis pasos, mi gran ejemplo de lucha constante y donde quiera que éste siempre disfrutara de mis logros.

A mi hija Priya Angelina Narváez Córdova por darle color a mi vida y ser esa inyección de energía para poder realizar grandes cosas.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a mi querido padre Lauro Córdova Ampuero por ser mi soporte brindándome su apoyo, tiempo y comprensión.

A mis hermanos Nicolás, Marisol y Alex por confiar en mí en todo momento y ser un apoyo muy valioso en mi vida.

A todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a la Ing. Carla Pretell Vásquez, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido.

A los miembros del jurado por sus valiosas sugerencias para mejora de este trabajo: Dr. Fernando Rodríguez Avalos, M.Sc. Luis Márquez Villacorta y M.Sc. Max Vásquez Senador.

A todos ellos, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARATULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXO	x
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	4
2.1. Naranja	4
2.1.1. Generalidades.....	4
2.1.2. Variedades	4
2.1.3. Producción de naranja	5
2.1.4. Composición química y valor nutricional	6
2.1.5. Aprovechamiento de residuos orgánicos de la agroindustria.....	6
2.2. Quinoa.....	8
2.2.1. Generalidades.....	8
2.2.2. Origen	10
2.2.3. Variedades.....	11
2.2.4. Valor nutritivo y propiedades.....	14
2.2.5. Producción de quinoa	17
2.2.6. Usos e industrialización	19
2.3. Barra alimenticia	22
2.3.1. Generalidades.....	22

2.3.2. Valor nutricional	23
2.3.3. Contenido de fibra de los alimentos	24
2.4. Ingredientes e insumos para la elaboracion de barras alimenticias	25
2.4.1. Salvado de avena	25
2.4.2. Copos de arroz.....	26
2.4.3. Copos de quinua	26
2.4.4. Copos de kiwicha	26
2.4.5. Ajonjoli.....	28
2.4.6. Pasas	28
2.4.7. Maltodextrina.....	29
2.4.8. Lecitina de soya	29
2.4.9. Glucosa de maíz	30
2.4.10. Acido citrico.....	31
2.4.11. Azúcar invertido	31
2.4.12. Gelatina.....	32
2.5. Fibra de naranja	34
2.6. Evaluación sensorial.....	34
III. MATERIALES Y METODOS.....	36
3.1. Lugar de ejecución	36
3.2. Materiales, insumos y reactivos.....	36
3.3. Equipos e instrumentos	37
3.4. Otros materiales	37
3.5. Método experimental	38
3.5.1. Esquema experimental para la elaboración de barras alimenticias.....	38
3.5.2. Formulaciones para la elaboración de barras alimenticias .	38
3.5.3. Procedimiento experimental para elaboración de barras alimenticias con residuos de pulpa de naranja en polvo ...	39
3.6. Métodos de análisis.....	42
3.6.1. Fibra cruda	42

3.6.2. Firmeza.....	43
3.6.3. Aceptabilidad general	43
3.6.4. Métodos estadísticos.....	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la fibra cruda en una barra alimenticia a base de quinua.....	45
4.2. Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la firmeza instrumental en una barra alimenticia a base de quinua	49
4.3. Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la aceptabilidad general en una barra alimenticia a base de quinua aceptabilidad general en barras alimenticias	53
V. CONCLUSIONES.....	57
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. BIBLIOGRAFÍA	59
VIII. ANEXOS	71

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Contenido de valor nutricional de la naranja.....	6
Cuadro 2. Composición fisicoquímica de la cáscara de naranja.....	9
Cuadro 3. Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básicos	15
Cuadro 4. Comparación de los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quinua y otros cultivos seleccionados con el patrón de puntuación recomendado por la FAO para edades de 3 - 10 años	16
Cuadro 5. Contenido mineral en la quinua y en alimentos seleccionados	17
Cuadro 6. Producción de quinua.....	19
Cuadro 7. Formulación para elaboración de barras alimenticias	40
Cuadro 8. Prueba de Levene aplicada a la fibra cruda en barras alimenticias a base de quinua	47
Cuadro 9. Análisis de varianza para el contenido fibra cruda en barras alimenticias a base de quinua.....	48
Cuadro 10. Prueba de Duncan aplicada a la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua.....	49
Cuadro 11. Prueba de Levene aplicada a la firmeza en barras alimenticias a base de quinua.....	51
Cuadro 12. Análisis de varianza para la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua.....	52
Cuadro 13. Prueba de Duncan aplicada a la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua.....	52
Cuadro 14. Prueba de Friedman para aceptabilidad general en barras alimenticias	55
Cuadro 15. Prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en barras alimenticias	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de barras alimenticias a base de quinua con residuos de pulpa de naranja en polvo	39
Figura 2. Diagrama de flujo para elaboración de barra alimenticia con residuos de pulpa de naranja en polvo	41
Figura 3. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general en barras alimenticias con residuos de pulpa de naranja en polvo	44
Figura 4. Fibra cruda en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo en una barra alimenticia a base de quinua	45
Figura 5. Firmeza instrumental en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo en una barra alimenticia a base de quinua	50
Figura 6. Aceptabilidad general en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo en una barra alimenticia a base de quinua	54

ÍNDICE DE ANEXO

	Pág.
Anexo 1. Medición de fibra de la barra alimenticia a base de quinua con residuos de pulpa de naranja en polvo	72
Anexo 2. Medición de firmeza de la barra alimenticia a base de quinua con residuos de pulpa de naranja en polvo.....	73
Anexo 3. Medición de aceptabilidad general de la barra alimenticia a base de quinua con residuos de naranja en polvo.....	74
Anexo 4. Vistas fotográficas de la elaboración de barras alimenticias con residuos de pulpa de naranja en polvo	75
Anexo 5. Ficha Técnica CITRI-FI 100.....	78

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución parcial de salvado de avena (*Avena sativa*) por residuos de pulpa de naranja (*Citrus sinensis*) en polvo (26.66, 53.33 y 80%) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza y aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild). Las variables respuesta fueron evaluadas dentro de las 48 h después de elaborada la barra alimenticia. El análisis estadístico se realizó con un nivel de confianza del 95%. La prueba de Levene demostró la homogeneidad de varianza en las variables paramétricas. El análisis de varianza indicó el efecto significativo ($p < 0.05$) de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo sobre el contenido de fibra cruda y firmeza. En la prueba de Duncan se determinó que la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo al 80% permitió obtener el mayor contenido de fibra cruda 10.86%, mientras que para la firmeza instrumental la sustitución de 80% calificó como el mejor valor con 9.86 N; por ser el valor más cercano a los obtenidos en las barras comerciales. En la aceptabilidad general, el tratamiento de sustitución de salvado de avena por residuos de naranja en polvo al 53.33% obtuvo el mayor promedio (7 puntos) correspondiente a la percepción "Me gusta bastante". La prueba de Friedman evidenció diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras evaluadas. La prueba de Wilcoxon, confirmó que la barra con sustitución al 53.33% tuvo la mayor aceptabilidad general siendo la mejor en características sensoriales. La sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo al 53.33% es considerada el mejor tratamiento por presentar alto contenido de fibra cruda, adecuada firmeza instrumental y la mayor aceptabilidad general en barras alimenticias a base de quinua.

ABSTRACT

Was evaluated the effect of the partial replacement of oat bran (*Avena sativa*) by powdered orange (*Citrus sinensis*) pulp residues (26.66, 53.33 and 80%) on raw fiber content, firmness and general acceptability of a quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) based food bar. The response variables were evaluated within 48 h after the food bar was elaborated. The statistical analysis was performed with a confidence level of 95%. Levene test demonstrated the homogeneity of variance in the parametric variables. The analysis of variance indicated the significant effect ($p < 0.05$) of the substitution of oat bran by residues of powdered orange pulp on the crude fiber content and firmness. The Duncan test determined that the substitution of oat bran by 80% orange pulp residues allowed to obtain the highest content of crude fiber 10.86%, while for the instrumental firmness the substitution of 80% qualified as the better value with 9.86 N; for being the value closest to those obtained in the commercial bars. In the general acceptability, the oat bran substitution by orange powder residues treatment at 53.33% produced the highest average (7 points) corresponding to the perception "I like it a lot". The Friedman test showed a significant difference ($p < 0.05$) between the samples evaluated. The Wilcoxon test confirmed that the bar with 53.33% substitution had the highest general acceptability being the best in sensory characteristics. The oat bran substitution by orange pulp powder residues at 53.33% is considered the best treatment due to its high crude fiber content, adequate instrumental firmness and the greater general acceptability in quinoa based food bars.

I. INTRODUCCIÓN

El consumidor está preocupado en disponer de una alimentación balanceada y saludable para satisfacer las necesidades en cada etapa de su vida. Es por ello que la industria alimentaria ha incorporado alimentos de fácil acceso y consumo, como son las barras alimenticias, en las que utiliza los residuos agroindustriales con un gran aporte nutricional esperando satisfaga el paladar del público (Heliodoro y otros, 2008).

Los cereales pre cocidos diseñados para ser consumidos en el desayuno son considerados como alimentos funcionales. De este tipo de alimentos se encuentran en el mercado muchas variedades, desde sus formas naturales hasta enriquecidas y fortificadas. Este tipo de cereales saludables ingresaron a los mercados apoyados a las tendencias y hábitos de consumo de productos más sanos y más nutritivos (Fernández y Fariño, 2011).

Se ha registrado, en los últimos años, las llamadas “barras de cereal”, que son, básicamente, una masa moldeada en forma de barra, compuesta por cereales de distintos tipos, en algunos casos con algún tratamiento previo, como inflado, tostado, etc., también puede incluir semillas, trozos de fruta, miel, chocolate, yogurt y otros (Cappella, 2016).

La demanda de alimentos nutritivos y seguros está creciendo mundialmente. Así mismo, existe mayor interés por la ingesta correcta de alimentos balanceados que permita corregir problemas de salud, que tienen como origen en nuestros errores alimenticios. El consumo de barritas alimenticias tiene esta tendencia y son elaboradas a partir de cereales extruidos con sabor agradable dulce, que son fuente de

vitaminas, minerales, fibra, proteínas y carbohidratos complejos (Gutkoski y otros, 2007).

El aprovechamiento de residuos agroindustriales es responsabilidad de los profesionales en industrias alimentarias, desarrollando nuevos productos con valor agregado y de sostenibilidad. Este reto es debido a que los residuos son un problema no solo ambiental sino también económico. Específicamente, en el aprovechamiento de desechos de la industria de cítricos, están trabajando activamente empresas dedicadas a toda la cadena productiva, ya que la generación de residuos sólidos y líquidos crece cada día más en virtud del aumento de la producción mundial de cítricos (Restrepo y otros, 2011).

Los residuos de la industria de jugos son empleados como alimento para animales (Figuerola y otros, 2005), o son desechados al medio ambiente con varios efectos y consecuencias por la demora en el proceso de descomposición (Departamento de agricultura de los Estados Unidos USDA, 2010); sin embargo, podrían ser utilizados como una fuente de fibra dietética para el consumo humano entero (Sendra y otros, 2008).

La quinua es una planta andina, que se originó en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia. La FAO, así como la OMS, ha calificado a la quinua como un alimento único, por su alto valor nutricional que permite sustituir las proteínas de origen animal (Minag, 2013).

El contenido de proteína de la quinua varía entre 13.81 y 21.9% dependiendo de la variedad. Debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (FAO, 2011).

El contenido de fibra se encuentra mayormente en las frutas y hortalizas, así como, en sus subproductos, como las cáscaras, semillas y hojas, las cuales pueden ser aprovechadas mediante procesos tecnológicos (Mantos y Chambilla, 2010).

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de tres sustituciones parciales de salvado de avena (*Avena sativa*) por residuos de pulpa de naranja (*Citrus sinensis*) en polvo (0, 26.66, 53.33 y 80.00%) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza y la aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild)?

Los objetivos propuestos de esta investigación fueron:

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo sobre el contenido de fibra cruda, firmeza y la aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua.

Determinar el porcentaje de sustitución parcial de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo que permita obtener el mayor contenido de fibra cruda, la mayor firmeza y la mayor aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFIA

2.1. Naranja

2.1.1. Generalidades

La naranja (*Citrus sinensis*) tiene una forma esférica de un diámetro que oscila entre 6 a 10 cm, consta de varios carpelos o gajos, cada uno de los cuales contiene pulpa de colores variables, entre anaranjado y amarillos, con varias semillas y numerosas células jugosas cubiertas por un exocarpo coriáceo o cáscara de color anaranjado cuyo interior es blanco, el cual contiene varias glándulas llenas de aceites esenciales. La pulpa contiene entre 8 y 12 gajos alargados y curvos, estos proporcionan un abundante jugo de sabor dulce con matices ácidos, más o menos fuertes dependiendo de la variedad. Contiene vitaminas, principalmente la C, además de otras como la B1, B2, B3, B5, B6 y E; sales minerales, ácidos orgánicos y pectinas (Toledo, 2008).

2.1.2. Variedades

- **Naranja Navel.** Son de gran tamaño, con tonos entre naranja pálido hasta naranja intenso, no tienen semilla, se prefiere el consumo en fresco de la fruta y no el zumo o jugo de ella.
- **Naranja Blanca.** Su tamaño es mediano y grande, tiene una coloración amarilla, posee un zumo de excelente calidad, por un alto contenido de semillas en su interior.

- **Naranja Sanguinas.** Se cultiva únicamente en el mediterráneo, son de características similares a las “blancas”, pero se diferencian en el color de la pulpa que es roja en su interior y son muy dulces (Heredia, 2014).

2.1.3. Producción de naranja

La producción de naranja mostró una tendencia ascendente, de modo que, en el 2000 la producción nacional fue 255,7 miles de toneladas, en tanto que el año pasado (2016) alcanzó la máxima producción de los últimos 17 años (492 mil toneladas). Este aumento de la producción se explica por el incremento de las áreas cosechadas (subió en 4% por año) y a las mejoras en el rendimiento (2% anual). Las principales regiones que contribuyeron a esta expansión fueron Junín, Cusco, San Martín, Lima e Ica.

La producción nacional de naranja en el 2016, fue 491 999 toneladas, cantidad mayor en 35 844 toneladas respecto a lo que se produjo en el 2015 (456 154 toneladas). La principal región productora en el 2016 fue Junín con 55% de la producción nacional. Le siguieron San Martín (11%), Lima (7%), Ica (6%), Puno (5%) y Cusco (5%). (MINAGRI, 2017).

En el 2015 el Perú estuvo en el 4to lugar en las exportaciones peruanas de naranjas con 115 mil 123 toneladas métricas (TM), es decir, casi 300% más respecto a los resultados obtenidos 10 años atrás, cuando eran 30 mil 067 TM. En valor pasaron de US\$ 19 millones a US\$ 122 millones. (MINAGRI, 2017).

Estados Unidos es el principal destino de las exportaciones de naranja de Perú, a donde se dirige 29.5% del total, le sigue el Reino Unido (23.5%), Holanda (17.9%), Canadá (9.1%), Ecuador (3.3%), Irlanda (3.3%), Chile (2.8%), Rusia (2.8%), Colombia (1.3%), China (1.1%), otros (5.3%). (MINAGRI, 2017; CAMEX, 2016).

2.1.4. Composición química y valor nutricional

La naranja está conformada por un 87% de agua, contiene niveles moderados de proteínas y es un alimento bajo en grasas (Cuadro 1). Se le considera una buena fuente de fibra y vitamina C. Los principales carbohidratos incluyen la glucosa, fructosa, la sacarosa y pectinas.

Cuadro 1. Contenido de valor nutricional de la naranja

Componente	Contenido (%)
Agua	87.0
Proteína	0.8
Grasas	0.2
Hidratos de carbono	10.5
Vitaminas, minerales	1.5

Fuente: González (2009).

2.1.5. Aprovechamiento de residuos orgánicos de la agroindustria

En los últimos años se han llevado a investigaciones las diferentes tecnologías de subproductos y productos convirtiendo los residuos

vegetales en materia prima para generar biotecnología entre ellas, el compostaje, el lombricultivo, producción de etanol, biocombustibles, pectina, edulcorantes; que han ayudado a las industrias a generar nuevos empleos y a diseñar estrategias de mercado que permite a biotécnicas aportar con el medio ambiente y generar una solución a problemas de contaminación y destrucción de la capa de ozono (Gerena, 2013).

Mejía y otros (2007) analizaron y estudiaron químicamente el residuo del mango común (*Mangifera indica* L.), que comprende la cáscara y residuos de fibra y pulpa, los cuales por su composición química se llevó a procesar azúcares fermentables por medio de la hidrólisis ácida de la materia. Gil-Horan y otros (2008) encuentran conveniente, aprovechar los desechos orgánicos de la cáscara de naranja y el bagazo para la producción de biocombustibles y productos químicos finos por biotransformación, es utilizado en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética y como materia prima para la síntesis orgánica o la producción de plásticos biodegradables. Cerón y otros (2011) obtiene productos como aceites esenciales y pectinas, de las cáscaras de naranja, buscando incrementar su valor agregado y disminuir el impacto ambiental que estos producen.

La cáscara de manzana es utilizada, tras un secado, para la producción de pectina; además puede usarse directamente como fibra dietética o como relleno de tortas. La cáscara de mango también es utilizada para la extracción de pectina. Otro desecho utilizado como fuente de fibra es la cáscara de piña que se usa en la elaboración de galletas, panqueques y tortas, la fibra del bagazo de caña se incorpora en tortillas y la fibra de cítricos, cebada y

salvado se utilizan directamente como complementos (García, 2003).

Los desechos o subproductos agrícolas (cáscara, semilla, bagazo y vegetales dañados o con problemas de madurez y calidad) representan un problema ambiental, ya que no se cuenta con políticas adecuadas para su manejo y la mayoría de las veces son arrojadas a los desechos. En cada una de las etapas de la cadena productiva (producción, manejo y comercialización) del mango se puede generar mermas que se convertirán en desechos (García, 2003).

La cáscara de naranja contiene una cantidad de carbohidratos que la hace atractiva como sustrato, se conoce de algunos constituyentes como pigmentos carotenos, vitaminas y aceites esenciales, así como también celulosa, carbohidratos solubles, pectina, aminoácidos, azúcares y minerales como se muestra en el Cuadro 2, cada uno de estos componentes se encuentra en diferentes proporciones dependiendo de la capa del tejido de la cáscara (Silva, 2013).

En el Cuadro 2, se observa la composición aproximada de la cáscara de naranja.

2.2. Quinoa

2.2.1. Generalidades

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) es un cultivo milenario que contribuye a la seguridad alimentaria mundial por sus bondades nutritivas, versatilidad agronómica y la expansión del cultivo a otros continentes; cuenta con mucho potencial para contribuir

nutricionalmente en diversas regiones del planeta, especialmente en aquellos países donde la población no tiene acceso a fuentes de proteína o donde las condiciones de producción son limitadas por la escasa humedad, la baja disponibilidad de insumos y la aridez (FAO, 2011).

Cuadro 2. Composición fisicoquímica aproximada de la cáscara de naranja

Componente	Valor
Sólidos Solubles (°Brix)	7.1±1.2
pH	3.93±0.03
Total de acidez (g de ácido cítrico/ 100mL)	0.29±0.03
Índice de formol	34±2.4
Humedad %	85.9±1.6
Grasa%	1.55±0.17
Ceniza%	3.29±0.19
Proteína%	6.16±0.23
Carbohidratos%	89.0±1.1
Azúcares neutrales	3.8±0.3
Ácido urónico	7.1±0.9
Lignina	3.2±0.4
Pectina%	17±5

Fuente: Cerón y Cardona (2011).

2.2.2. Origen

La quinua es una planta que se cultiva principalmente en los andes de Perú y Bolivia, desde hace más de 7000 años por

culturas pre-incas e incas. Históricamente, la quinua se ha cultivado desde el norte de Colombia hasta el sur de Chile desde el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m, pero su mejor producción se consigue en el rango de 2500 – 3800 msnm a una temperatura media de 5 – 14 °C. En América Latina, Bolivia es el país con mayor exportación de quinua orgánica a Estados Unidos y países europeos (Álvarez, 2012).

Dentro de las categorías básicas de la quinua por su origen, según León (2003), considera las siguientes:

Quinua de los valles: Crece en los valles interandinos de 2000 a 3600 m.s.n.m., pueden alcanzar de 2.0 a 2.5 m de altura, son ramificadas, en este grupo están: la blanca de Junín, amarilla de Marangani y rosada de Junín.

Quinua altiplánica: Crece en lugares aledaños al lago Titicaca, a 3 800 m.s.n.m., los cultivos se caracterizan por tener buena resistencia a las heladas, altura de 1.0 a 2.0 m., con periodo vegetativo corto, se tiene quinuas como: Illpa-INIA y Salcedo-INIA, semi-tardías: blanca de Juli, tardías como: la kancolla, chewecca, tahuaco, amarilla de Marangani.

Quinua de los salares: Es nativa de los salares de Bolivia, como su nombre lo indica, son resistentes y se adaptan a suelos salinos y alcalinos, los granos son amargos y miden de 1.0 a 1.5 m de altura, presentan un solo tallo desarrollado. Entre ellas están: la real boliviana, ratuqui, rabura, sayaña (variedades del altiplano boliviano).

Quinua al nivel del mar: Crece en el Sur de Chile, no ramificadas y los granos son de color amarillo a rosados y a su vez amargos.

En Concepción, las quinuas se caracterizan por tener un fotoperiodo largo y la coloración de los granos de color verde intenso y al madurar toman una coloración anaranjada y los granos son de tamaño pequeño y de color blanco o anaranjado.

Quinoa sub-tropicales: Crece en los valles interandinos de Bolivia, se caracterizan por ser plantas de color intenso y al madurar toman una coloración anaranjada y los granos son de tamaño pequeño (menor a 2.0 mm de diámetro) y de color blanco o anaranjado (León, 2003).

2.2.3. Variedades

Variedad genética

La quinua es una especie tetraploide, constituido por 36 cromosomas, está constituido por 4 genotipos, con un número básico de 9 cromosomas ($4n = 4 \times 9 = 36$). El color de las plantas de quinua es un carácter de herencia simple; en cambio el color de los granos es por la acción de agentes complementarios, siendo el color blanco un carácter recesivo. En quinua el tipo de inflorescencia puede ser amarantiforme o glomerulada, siendo esta última dominante sobre la primera. El contenido de saponina en quinua es heredable, siendo recesivo el carácter dulce. La saponina se ubica en la primera membrana. Su contenido y adherencia en los granos es muy variable y ha sido motivo de varios estudios y técnicas para eliminarla, por el sabor amargo que confiere al grano (León, 2003).

Variedades comerciales de la quinua

Las variedades con mayor difusión y mayor aceptación por el mercado, son las siguientes:

Grano blanco: Como Salcedo-INIA, Illpa-INIA, blanca de Juli, kancolla, chewecca, tahuaco, Camacani I y Camacani II (León, 2003).

Salcedo-INIA: Es una variedad obtenida del cruce de las variedades “Real Boliviana” por “Sajama”, tiene como características: grano grande (2.0 mm de diámetro), grano dulce, precocidad (150 días de periodo vegetativo), panoja glomerulada compacta y un contenido de saponina 0.014%, (grano dulce). Es tolerante a heladas y sequías, mayor contenido de proteínas (14.5%). Esta variedad es requerida por la agroindustria y mercado exterior. Con buenos rendimientos en la costa peruana (sobre los 3000 kg/ha).

Consumida en: sopas, guisos, postres y bebidas; en agroindustria se utiliza perlada, laminada, harina y fideos (Apaza y otros, 2013).

Illpa-INIA: Esta variedad se genera a partir de la cruce de las variedades sajama y blanca de Juli, grano de 1.8 a 2 mm de diámetro, de color blanquecino, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 150 días (precoz), rendimiento promedio 3083 kg/ha resistente helada.

Blanca de Juli: Grano mediano con 1.4 a 1.8 mm de diámetro, de color blanco, semidulce, tipo de panoja glomerulada algo laxa, periodo vegetativo 160 a 170 días (semitardia), rendimiento 2500 kg/ha.

Su consumo tradicional consiste en sopas, guisos, postres y bebidas; en la agroindustria se utiliza perlada, laminada, harina, fideos, sémola (Apaza y otros, 2013).

Kancolla: Grano mediano de 1.6 a 1.9 mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, tipo de panoja glomerulada, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía), rendimiento 3500 kg/ha.

Chewecca: Grano pequeño de 1.2 mm de diámetro, de color blanco, semidulce, tipo de panoja amarantiforme, periodo vegetativo 180 a 190 días (tardía), rendimiento 3000 kg/ha.

Tahuaco: Grano de tamaño mediano de 1.5 a 1.7 mm de diámetro, de color blanco, semi-dulce, su panoja es amarantiforme, periodo vegetativo de 180 a 190 días (tardía), rendimiento promedio de 3000 kg/ha.

Sajama: Grano blanco y grande de 2 a 2.2 mm de diámetro, es una variedad dulce libre de saponina, su panoja es glomérulada, de 170 días de periodo vegetativo, llega a una altura de 1.10 m, tiene un rendimiento de 3000 kg/ha.

Witulla: Grano mediano de 1.5 a 1.8 mm de diámetro, de color morado a rosado, panoja tipo amarantiforme, es amarga con rendimientos de 1200 a 1800 kg/ha, periodo vegetativo de 180 días.

Grano de color

Pasankalla: Es una variedad de color de grano plumizo a rosado, de sabor amargo, periodo vegetativo tardía, con gran aceptación en

el mercado externo por sus cualidades de transformación (León, 2003).

Amarilla de Maranganí o cica¹⁷ del Cusco: Grano de color amarillo, sabor amargo, panoja tipo amarantiforme, con rendimiento de 3500 kg/ha, tiene un periodo vegetativo de 210 días (León, 2003).

Su consumo tradicional consiste en: sopas, guisos, postres y bebidas; en la agroindustria se utiliza expandida, perlada, laminada y molienda (Apaza y otros, 2013).

2.2.4. Valor nutritivo y propiedades

La quinua es única debido a su calidad de semilla que puede comerse de modo similar al grano. Generalmente, o bien se cocina y se añade a sopas, o se transforma en harina para utilizar en pan, bebidas o papillas. En relación con la nutrición, la quinua se puede comparar en energía a alimentos consumidos similares como frijoles, maíz, arroz o trigo (FAO, 2013).

En el Cuadro 3, se observa la composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básicos, el contenido de proteína de la quinua varía entre 13.81 y 21.9%, depende de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentra cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (2011). El balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche.

Cuadro 3. Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básicos

Componente (%)	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche vacuna	Leche humana
Proteínas	13.00	30.00	14.00	18.00	3.50	1.80
Grasas	6.10	50.00	3.20	-	3.50	3.50
Carbohidratos	71.00	-	-	-	-	-
Hierro	5.20	2.20	3.20	-	2.50	-
Calorías/ 100 g	350	431	200	24	60	80

Fuente: FAO (2011).

(-): No contiene

La grasa total de la quinua es del 6.1%, el 48% de ácido oleico, 50.7% de ácido linoleico, 0.8% de ácido linolénico y 0.4% de ácidos saturados con el ácido palmítico como predominante (FAO, 2011).

En el Cuadro 4, si se compara con el patrón de puntuación de aminoácidos esenciales recomendado por la FAO para niños con edades de 3 - 10 años, la quinua supera las recomendaciones para los ocho aminoácidos esenciales (FAO, 2013).

Cuadro 4. Comparación de los perfiles de los aminoácidos esenciales de la quinua y otros cultivos seleccionados con el patrón de puntuación recomendado por la FAO para edades de 3 - 10 años (g/100 g de proteína).

Componente	FAO	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Isoleucina	3.0	4.9	4.0	4.1	4.2
Leucina	6.1	6.6	12.5	8.2	6.8
Lisina	4.8	6.0	2.9	3.8	2.6
Metionina	2.3	5.3	4.0	3.6	3.7
Fenilalanina	4.1	6.9	8.6	10.5	8.2
Treonina	2.5	3.7	3.8	3.8	2.8
Triptófano	0.7	0.9	0.7	1.1	1.2
Valina	4.0	4.5	5.0	6.1	4.4

Fuente: FAO (2013).

En promedio, la quinua es una mejor fuente de minerales que la mayoría de los granos presentados en el Cuadro 5. En especial, la quinua es una buena fuente de hierro, magnesio y zinc si se compara con las recomendaciones relativas al consumo diario de minerales. La falta de hierro suele ser una de las deficiencias nutricionales más comunes. Sin embargo, la quinua, del mismo modo que todos los alimentos vegetales, contiene algunos componentes no nutritivos que pueden reducir el contenido y la absorción de sustancias minerales. Las más notables son sus saponinas, que se encuentran en la capa exterior de la semilla de la quinua y normalmente se extraen durante su procesado para eliminar el sabor amargo. La quinua también tiene un alto contenido en el compuesto de oxalato, que se puede unir a

minerales como el calcio y el magnesio y reducir su absorción en el cuerpo FAO (2013).

Cuadro 5. Contenido mineral en la quinua y en alimentos seleccionados

Componente	Quinua	Maiz	Arroz	Trigo
	(mg/100g seco)			
Calcio	148.7	17.1	6.9	50.3
Hierro	13.2	2.1	0.7	3.8
Magnesio	249.6	137.1	73.5	169.4
Fósforo	383.7	292.6	137.8	467.7
Potasio	926.7	377.1	118.3	578.3
Zinc	4.4	2.9	0.6	4.7

Fuente: FAO (2013).

2.2.5. Producción de quinua

El Minagri confirmó que el Perú es el principal productor y exportador mundial de quinua, de acuerdo a información proveniente de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y las principales agencias independientes de información comercial. Nuestro país en los últimos años ha experimentado un crecimiento exponencial de la producción y exportación de quinua, superando a cualquier otro país (Minagri, 2015).

En el 2015, las exportaciones de quinua en términos de volumen, mantienen un comportamiento contrario a la evolución de los precios. Después de registrar 36,2 mil toneladas en el 2014, en el 2015 se eleva a 41,4 mil toneladas (14,3%), nueva cifra récord de exportación, en el 2016 se mantiene esa tendencia y aumenta a 44,3 mil toneladas (7,1%), comportamiento que permite contener la caída abrupta de los ingresos por exportaciones. Los mercados que explican este comportamiento son básicamente dos, Estados Unidos y la Unión Europea. Durante el período comprendido entre el 2008 y 2016, ambos mercados han representado en promedio el 73% del total exportado por Perú al mundo (Minagri, 2017).

Hasta el 2012, el 96% de la producción de quinua provenía de la Sierra, pero en el 2013 es abastecida por la costa de Arequipa y la Libertad con el 89%. Para el 2014 la Sierra disminuye su participación a casi un 60% de la producción histórica (114,7 mil toneladas), no obstante que Puno registra una producción récord de 36,2 mil toneladas. La producción costeña participa con el 40% restante, siendo Arequipa responsable de casi el 71% de la producción de esta zona, el resto corresponde a La Libertad, Lambayeque, Lima, Tacna y Moquegua (Minagri, 2017).

Cuadro 6. Producción de quinua

PAIS	AÑOS								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
PERU	29.9	39.4	41.2	41.2	44.2	52.1	114.7	105.7	77.7
BOLIVIA	27.2	34.2	36.7	40.9	45.8	50.5	83.6	92.0	69.0
OTROS	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
MUNDIAL	57.8	74.4	78.7	82.9	90.8	103.4	199.1	198.5	147.5

Fuente: FAO (2016).

2.2.6. Usos e industrialización

Los principales usos de la quinua son:

a. Alimentación humana

Se usa el grano, las hojas tiernas hasta el inicio de la formación de la panoja (el contenido de proteínas de estas últimas llega hasta 33.3% en materia seca), y con menor frecuencia las panojas tiernas. El valor nutritivo es relevante; destaca el contenido y la calidad de proteínas por su composición en aminoácidos esenciales y es especialmente apto para mezclas alimenticias. Entre los granos andinos, la quinua es el de mayor versatilidad para el consumo: el grano entero, la harina cruda o tostada, hojuelas, sémola y polvo instantáneo pueden ser preparados en múltiples formas, lo que se traduce en una enorme cantidad de recetas tradicionales como innovadoras (FAO, 2013).

b. Alimentación animal

La planta entera se usa como forraje verde. También se aprovechan los residuos de la cosecha para alimentar vacunos, ovinos, cerdos, caballos y aves (FAO, 2013).

c. Uso medicinal

Las hojas, tallos y granos tienen uso medicinal como cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas contra el dolor de muelas, desinfectantes de las vías urinarias; se utilizan también en caso de fracturas, en hemorragias internas y como repelente de insectos (FAO, 2013).

d. Otros usos industriales

La quinua es un producto del cual se puede obtener una serie de subproductos de uso alimenticio, cosmético, farmacéutico.

El almidón de quinua tiene una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación. Estos almidones podrían ofrecer una alternativa interesante para sustituir almidones modificados químicamente. El almidón tiene posibilidades especiales de uso en la industria debido al pequeño gránulo, por ejemplo, en la producción de aerosoles, pastas, producción de papel autocopiante, postres alimenticios, excipientes en la industria plástica, talcos y polvos anti-offset.

Las saponinas que se extraen de la quinua amarga se pueden utilizar en la industria farmacéutica, cuyo interés por aquello se basa en el efecto de inducir cambios en la permeabilidad intestinal, lo que puede colaborar en la absorción de medicinas particulares y en los efectos hipocolesterolémicos. Adicionalmente se mencionan las propiedades de la saponina como antibiótico y para el control de hongos, entre otros atributos farmacológicos.

Por la toxicidad diferencial de la saponina en varios organismos, se ha investigado sobre su utilización como potente insecticida natural que no genera efectos adversos en el hombre o en animales grandes, destacando su potencial para el uso en programas integrados de control de plagas (FAO, 2013).

En cuanto la industrialización de la quinua, se puede combinar con las habas secas, el frijol y el tarwi para mejorar la calidad

de la dieta, especialmente de los niños pre-escolares y escolares a través del desayuno escolar. En la actualidad se encuentran disponibles varios subproductos elaborados o semielaborados, aunque generalmente a precios más elevados, por lo que en muchos casos se vuelven inalcanzables para la mayoría de la población.

Entre los productos elaborados o semielaborados están los llamados “cereales”, que son productos listos para consumirse y que generalmente se toman como desayuno. Entre estos están los cereales inflados, extrusados, en hojuelas, rallados y cereales calientes que son a los que se les agrega un líquido caliente para consumirlos, y finalmente están las papillas reconstituidas.

De los granos enteros y de harina de quinua se preparan casi todos los productos de la industria harinera. Diferentes pruebas en la región Andina, y fuera de ella, han mostrado la factibilidad de adicionar 10, 15, 20 y hasta 40% de harina de quinua en pan; hasta 40%, en pasta; hasta 60%, en bizcochos y hasta 70%, en galletas. La principal ventaja de la quinua como suplemento en la industria harinera está en la satisfacción de una demanda creciente en el ámbito internacional de productos libres de gluten (FAO, 2013).

Actualmente hay necesidad de obtención de alimentos con concentrados proteicos de alta calidad. La proteína está concentrada especialmente en el embrión de la semilla de quinua que contiene hasta un 45% de proteína. El embrión puede separarse del resto de la semilla y el embrión concentrado luego puede utilizarse directamente sobre el

alimento para niños, por ejemplo, para obtener una recuperación rápida del nivel nutritivo de los niños que sufren de malnutrición; y adultos, como las mujeres embarazadas, en una diversidad de platos (FAO, 2013).

2.3. Barra alimenticia

2.3.1. Generalidades

Las barras alimenticias son suplementos dietéticos que aportan nutrientes básicos; principalmente contienen carbohidratos, aunque algunas están adicionadas con otros nutrientes. Inicialmente fueron diseñadas para deportistas, pensando en su desgaste físico y la necesidad de reponer de forma rápida y fácil todos los elementos perdidos. Son un producto altamente comercializado, por ello la introducción de nuevos sabores, tamaños y propiedades ha abierto una enorme puerta, permitiendo así ganar aceptación cada día más (Cervantes, 2010).

Las barras de cereal son alimentos convenientes que están compuestos de cereales secos (Dry Mix) listos para el consumo (RTE) unidos por una mezcla ligante (Binder) que pueden ser consumidos como snack, suplemento o sustituto alimenticio (Coleman y otros 2007a). Las barras de cereal en general son bajas en calorías siendo buenas fuentes de granos integrales y fibra, manteniendo características organolépticas aceptables (Coleman y otros 2007b).

Las barras de suplemento nutricional son aliados para personas que realizan algún tipo de actividad física para poder recuperar su organismo de fuertes desgastes causados por los entrenamientos realizados, pueden variar en su contenido de carbohidratos, proteínas u otros nutrientes. “Una alimentación saludable debe constar de 40% carbohidratos, 30 % proteínas y 30% grasas” (Glassman, 2013).

2.3.2. Valor nutricional

Es un excelente aporte de energía en base a su contenido en carbohidratos, además de aportar fibra, son muy pocas en grasa, pero de tipo insaturada beneficiosa para la salud, vitaminas del complejo B (menos B₁₂, de origen animal), hierro, magnesio, fósforo y potasio. Por ser de origen vegetal, no contienen colesterol. Las versiones integrales además del aporte de fibra contienen fitoquímicos, sustancias bioactivas que protegen contra enfermedades crónicas como las cardiovasculares y el cáncer (Ochoa, 2012).

En términos generales, cada 100 g de producto: 60 - 80% de carbohidratos (por eso resultan tan energéticas), 3 - 24% de grasas, 4 - 15% de proteínas, 370 - 490 calorías y enriquecidas con vitaminas y minerales y su contenido de humedad es escaso (Ochoa, 2012).

2.3.3. Contenido de fibra de los alimentos

La fibra dietética o alimentaria es un componente importante de la dieta y debe consumirse en cantidades adecuadas. En la fibra dietética se incluyen un amplio grupo de sustancias

que forman parte de la estructura de las paredes celulares de los vegetales. Los principales componentes son polisacáridos no amiláceos (celulosa, hemicelulosas, pectinas, gomas y mucílagos) y algunos componentes no polisacáridos, entre los que destaca la lignina. Estas sustancias no pueden ser digeridas por los enzimas digestivos, pero son parcialmente fermentadas por las bacterias intestinales dando ácidos grasos volátiles que pueden ser utilizados como fuente de energía (Carbajal, 2013).

La fibra dietética puede clasificarse de acuerdo con su solubilidad en agua como solubles e insolubles. Sus propiedades y efectos fisiológicos están determinados principalmente por las proporciones que guardan estas dos fracciones, sin importar su origen (Sánchez, 2005).

Fibra soluble. Forma una dispersión en agua; la cual conlleva a la formación de geles viscosos en el tracto gastrointestinal, que tienen la propiedad de retardar la evacuación gástrica, puede ser saludable en algunos casos, haciendo más eficiente la digestión y absorción de alimentos y generando mayor saciedad. Este tipo de fibra es altamente fermentable y se asocia con el metabolismo de carbohidratos y lípidos (De la Llave, 2004). La fibra soluble contiene mayoritariamente, polisacáridos no-celulósicos tales como la pectina, gomas, algunas hemicelulosas (Arabinosilanos y Arabinogalactanos) y mucilagos (Córdoba, 2005). Esta fibra se encuentra en altas concentraciones en frutas y algas marinas (Lajolo y otros 2001).

Fibra insoluble. Aumenta el volumen de las heces hasta 20 veces su peso, debido a su capacidad de retención de agua, y se relaciona con la protección y alivio de algunos trastornos digestivos como estreñimiento y constipación (Lajolo y otros 2001). Esta fibra no se dispersa en agua, está compuesto de celulosa, hemicelulosas (Arabinosilanos y Arabinogalactanos) y ligninas (Priego, 2007). Las fuentes de este tipo de fibra se pueden encontrar mayoritariamente en verduras, cereales, leguminosas y en frutas (Zúñiga, 2005).

2.4. Ingredientes e insumos para la elaboración de barras alimenticias

2.4.1. Salvado de avena

La avena (*Avena sativa* L.) es uno de los principales ingredientes de las barras de cereal. Cereal de alta calidad nutricional, rico en proteínas, ácido oleico, linoleico y vitaminas. Es rico en fibras solubles, denominadas β -glucanas, que son polisacáridos lineales, no ramificados, compuestos por unidades de glucosa unidas por conexiones de tipo β -1,4 y β -1,3. Son hidrosolubles y resistentes a los procesos digestivos (Coppini y otros, 2003).

En la avena, la fibra alimentaria se encuentra principalmente en los tejidos externos del grano (cáscara y salvado), con funciones estructurales y de protección. Estos tejidos contienen más del 70% del total de la fibra alimentaria, mientras que el endosperma (capa más interna del grano) presenta cantidades relativamente pequeñas (Monteiro, 2005).

2.4.2. Copos de arroz

Son producidos a partir de copos de arroz (fragmento de grano de arroz que pasa en criba de agujeros circulares de 1,6 milímetros de diámetro), en un proceso de extrusión termoplástica que combina alta temperatura y presión (Gutiérrez, 1988).

En estas condiciones, se obtiene un producto instantáneo o pre-cocido y un producto crujiente, fabricado a base de harina de arroz, azúcar, malta y sal. El producto tiene una estructura celular formada por bolsillos de aire envueltos por paredes de almidón gelatinizado, lo que contribuye a su textura quebradiza (Takeuchi y otros, 2005).

2.4.3. Copos de quinua

La quinua tiene un excepcional valor nutritivo, con proteínas de alto valor biológico y excelente balance de aminoácidos esenciales, ubicados en el endosperma o núcleo del grano.

La quinua posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas. Se caracteriza más que por la cantidad, por la calidad de sus proteínas dada por los aminoácidos esenciales que constituye como: la Isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.

La quinua posee mayor contenido de minerales que los cereales y gramíneas, tales como fósforo, potasio, magnesio y calcio entre otros minerales (Ramos, 2011).

2.4.4. Copos de kiwicha

Estos productos de kiwicha se siguen mejorando por

combinaciones de harinas, para aportar alimentos de alto contenido nutritivo y gustativo. Su contenido proteico oscila entre 14 y 18%, es de alta calidad por sus aminoácidos esenciales en particular lisina. Contiene entre 5 y 8% de aceites con un balance de ácidos grasos, monosaturados y poliinsaturados (Batlle y otros, 2016).

Al grano de kiwicha se le puede aplicar distintos procesos térmicos, de los cuales, el más utilizado es el proceso de expansión dando un producto que se puede consumir como tal o en la preparación de otros alimentos. En este sentido, diversos estudios indican que usando kiwicha procesado térmicamente se mejora la relación de eficiencia proteínica (PER), así como la digestibilidad y la destrucción de factores anti nutricionales, lo que hace más nutritiva a la semilla. Sobre la base de su poder nutricional se han desarrollado estudios para optimizar las cualidades nutricionales y transformarlo en productos de mayor valor agregado, tales como las barras alimenticias nutricionales, productos especialmente diseñados para contribuir a optimizar el rendimiento físico y proporcionar energía (Couquejriot, 2003).

Los cereales precocidos para ser consumidos en el desayuno son considerados como alimentos funcionales, se encuentran en el mercado un sin número de variedades (Iñárritu y Vega, 2001).

2.4.5. Ajonjolí

El ajonjolí es una oleaginosa que provee más hierro que el huevo, es una fuente de lecitina (mayor que la soya), es de fácil digestión para el organismo humano, sabor agradable, y rico en potasio y sodio.

Las semillas de ajonjolí conforman un alimento muy rico en nutrientes, entre los que se destacan la grasa saturada y poliinsaturada, proteínas e hidratos de carbono, además de unos compuestos naturales denominados lignanos, los cuales son convertidos en fitoestrógenos por las bacterias intestinales que resultan especialmente beneficiosos para tratar la fibrosis.

Las semillas de ajonjolí crudo contienen una cantidad elevada de minerales: cobre, calcio, magnesio, zinc, hierro, fósforo y potasio. Al consumir este tipo de semillas, el organismo está ingresando un alto contenido vitamínico y proteico. Especialmente las vitaminas A y E, reconocidos antioxidantes (Juárez y López, 2010).

En las semillas existen muchas sustancias con carácter tensoactivo, tales como fosfáticos y ácidos grasos libres y el grado en que estén presentes llegan a activarse durante la cocción, influye sin duda en la tendencia de la semilla a absorber y retener aceite. (Juárez y López, 2010).

2.4.6. Pasas

Las frutas secas son fuente concentrada de calorías, fibras, azúcar natural y nutrientes; además de tener un tiempo prolongado de duración, ya que el agua, que es la

responsable por el crecimiento de microorganismos que deterioran el alimento, es retirada (Matos, 2007).

La uva es la fuente de diversos compuestos fenólicos en elevadas concentraciones. Los glucósidos de flavonoides y las antocianinas están entre los compuestos fenólicos más determinados y estudiados en las uvas, por su destacada actividad antioxidante y por sus propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas (Rockenbach, 2008).

2.4.7. Maltodextrina

Son polímeros sacáridos que tienen un equivalente de dextrosa menor de 20. Se obtienen por hidrólisis del almidón con ácido o enzimas. Se les encuentra como polvo blanco o en solución concentrada. Las soluciones de maltodextrina tienen un sabor suave, que puede reemplazar a grasas y aceites en una amplia variedad de formulaciones (Yáñez y Biolley, 1999).

2.4.8. Lecitina de soya

Es una sustancia natural, que se encuentra en la mantequilla, leche, yema de huevo y en diversos granos, frutos secos y semillas. Como es un producto natural, está exento de control por la legislación y queda en un apartado respecto de otras sustancias que se describirán más adelante. La lecitina comercial, con disolventes, pero su composición es variable y siempre contiene un porcentaje apreciable de aceite de soya.

Los componentes eficaces como emulsionantes son los fosfolípidos, los cuales poseen fuertes afinidades polares. Las cantidades varían con las muestras, pero normalmente se especifican como insolubles en acetona. La lecitina comercial es un fluido o pasta plástica que, si se utiliza con exceso, comunica sabor desagradable. Las proporciones útiles se encuentran normalmente entre 0,5-2,0% de la grasa y se disuelve convenientemente en ella antes de añadirla a los componentes de la receta (Bayas, 2010).

2.4.9. Glucosa de maíz

Es tradicionalmente obtenida a partir de hidrólisis de almidón de maíz. Otras fuentes de almidón son la yuca y el arroz (Eduardo, 2002). En las barras de cereal, la glucosa de maíz ejerce la función de agente agregador, es el principal ingrediente para la producción del jarabe (Fennema, 2000).

La ventaja de la glucosa está en la disminución de la cristalización por el aumento de la solubilidad de la sacarosa y por la presencia de polisacáridos complejos que elevan la viscosidad de la solución de azúcares. La cristalización es provocada por la cocción excesiva. Además, por tener menor peso molecular que la sacarosa ejerce mayor presión osmótica, aumentando su poder de penetración en los tejidos vegetales, minimizando la posibilidad de contaminación de hongos y levaduras. Para las industrias de alimentos, el empleo de azúcar invertida y jarabe de glucosa evita procesos costosos de dilución, almacenamiento y transporte de azúcares sólidos, lo que reduce costos de

energía y minimiza la producción de desechos industriales (Grataos, 2004).

2.4.10. Ácido cítrico

El ácido cítrico se obtiene por fermentación de distintas materias primas, especialmente la melaza de caña de azúcar. El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarbóxico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado de muchos alimentos como las conservas vegetales enlatadas (Valenzuela, 2017).

En el organismo humano el ácido cítrico ingerido se incorpora al metabolismo normal, degradándose totalmente y produciendo energía en una proporción comparable a los azúcares. Es perfectamente inocuo a cualquier dosis concebiblemente presente en un alimento. El ácido cítrico y sus sales se pueden emplear en cualquier tipo de producto alimentario (Valenzuela, 2017).

2.4.11. Azúcar invertido

Vega (2014) menciona que el azúcar invertido se llama así a la mezcla de los azúcares (+) D- glucosa y (-) D- fructosa obtenida a partir de la inversión de la sacarosa. El grado de inversión puede variar de poco a total. Comercialmente se utiliza los grados medio y total. En el azúcar invertido medio, la mitad de la sacarosa se ha descompuesto mientras la otra mitad permanece inalterada.

De acuerdo con Linden y Lorient (1994), en el plano industrial, el azúcar invertido se produce bien por catálisis enzimática, bien por catálisis ácida. La catálisis enzimática está particularmente adaptada a la producción de azúcar invertido con un grado de hidrólisis muy alto. La vía ácida libre, utilizada tradicionalmente, conduce a jarabes fuertemente mineralizados (tras neutralizaciones del ácido) y muy coloreados (coloración debida a las condiciones drásticas de la reacción). El grado de inversión está influenciado por tres factores:

1. Concentración en hidrogeniones (pH) de la mezcla.
2. Temperatura de cocción.
3. Tiempo de cocción.

Badui (2006) menciona que, al existir fructosa, el azúcar invertido es más dulce que la sacarosa. Obteniendo una relación de 100-127 g entre el dulzor de la sacarosa y el azúcar invertido; por lo que, si consideramos un valor arbitrario de 100 g para el poder edulcorante, el de la fructosa es de 180 g y el de la glucosa de 74 g; consecuentemente, el del azúcar invertido será promedio: $(180+74) / 2 = 127$; es decir, es 27% más dulce que la sacarosa. Otra característica es que no cristaliza, por lo que se utiliza en algunos derivados de la confitería.

2.4.12. Gelatina

La gelatina es un material proteínico soluble en agua, de origen animal que se obtiene por hidrólisis parcial del colágeno. Este biopolímero consiste de proteínas (82.92%), sales minerales y agua. Las fuentes más abundantes de

producción de gelatina son piel de cerdo (46%), piel de bovino (29.4%), hueso de reses y cerdo (23.1%) y pescado (<1.5%) (Fakhouri y otros, 2013).

La gelatina se obtiene por desnaturalización térmica o degradación fisicoquímica del colágeno, vía hidrólisis ácida o básica utilizando un catalizador. Dependiendo de la materia prima utilizada (fuente y edad del animal), el colágeno no tiene exactamente la misma estructura, composición y propiedades y la gelatina tampoco. Tanto así, que se han encontrado 28 tipos diferentes de colágeno, proveyendo una gran diversidad de gelatinas, con propiedades físicas y composición química muy variada (Fakhouri y otros, 2013).

Durante el proceso de formación de gelatina, las proteínas son extraídas de la piel y huesos por baños ácidos o alcalinos y pretratamientos térmicos. Se utiliza un proceso térmico para separar proteínas del resto de materias primas. Dependiendo del proceso de manufactura, el extracto es desionizado, esterilizado y secado. El producto seco obtenido es la gelatina. Existen dos tipos de gelatina, A y B, producidos de pre tratamientos ácido y alcalino respectivamente (Fakhouri y otros, 2013).

La gelatina es biodegradable, presenta propiedades hemostáticas y no es inmunogénica. La gelatina puede disolverse en agua y formar disoluciones de baja viscosidad a temperatura por encima de 35°C, a una disolución-gel cuando se enfría, formando gel (Coimbra y otros, 2014).

2.5. Fibra de naranja

Citri-fi 100 corresponde a un ingrediente alimenticio funcional natural, fabricado a base de pulpa de cítricos (naranjas frescas), es especialmente adecuado para la adición de humedad, el control de la migración de humedad, la mejora de los rendimientos, en sustitución de la grasa, y reducir el costo de una amplia variedad de productos alimenticios. La capacidad de retención de agua de Citri-fi 100 es notable, ya que no sólo la retiene, sino que la une y no la libera con el tiempo (incluso a través de las condiciones de congelación y descongelación). La superior funcionalidad de agua vinculante que presenta esta fibra, hace que sea un excelente sustituto de grasa natural que mantiene el sabor y textura, además de reducir los costos. Citri-fi 100 es una fibra capaz de retener agua hasta 10 veces su peso, mejorando de esta forma la calidad del producto y la nutrición en muchos productos alimentarios. La composición de esta fibra cítrica se caracteriza principalmente por tener un contenido de 70% en fibra, de la cual, el 50% es soluble y 50% insoluble. Además, es baja en grasa (1% en grasa total) y no contiene ningún ácido graso trans. Es un producto neutral en términos de sabor, aroma y color; además, es fácil de aplicar, no requiere procesos productivos previos para expandir la estructura antes de la incorporación en la mezcla del alimento que se está procesando. Las aplicaciones son: panadería, productos lácteos, salsas y aderezos, alimentos congelados, carnes, ensaladas y preparados (Fiberstar, 2009).

2.6. Evaluación sensorial

Para un mejor desempeño en la investigación y desarrollo de nuevos productos alimenticios, el conocimiento científico y objetivo del consumidor es un referente obligado, este se logra aplicando

técnicas combinadas de investigación de mercados mediante métodos (análisis multivariante) y análisis sensorial, que permiten un estudio más profundidad del consumidor (Mora y otros, 2006).

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Lawless y Heymann, 2010).

Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gusta un producto se conocen como “pruebas cuantitativas de consumo” o “pruebas orientadas al consumidor”, ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados. Existen tres dimensiones básicas en este tipo de investigación: a) sensorial o hedónica, b) conveniencia (facilidad para comprar, transportar, conservar, etc.) la selección y aceptación de un nuevo producto alimenticio depende de muchos factores (Álvares y otros, 2008).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales se realizaron en el laboratorio de Tecnología de Alimentos y los análisis en el Laboratorio de Ciencias de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales, insumos y reactivos

Materia prima

- Fibra de naranja (Citri-fi 100), adquiridos de la empresa Alitecno S.A.C.
- Copos de kiwicha, salvado de avena, copos de arroz, copos de quinua adquiridos en el mercado mayorista del distrito de Trujillo, sección de cereales y frutos secos.
- Pasas y ajonjolí adquiridos en el mercado mayorista del distrito de Trujillo, sección de cereales y frutos secos.

Insumos

- Maltodextrina. Distribuidor Linros
- Lecitina de soya. Distribuidor Linros
- Gelatina. Distribuidor Linros
- Ácido cítrico. Distribuidor Linros
- Glucosa. Distribuidor Linros
- Azúcar invertido: Se calentó agua (30%) hasta 50 °C y se añadió azúcar (70%). A los 80 °C se agregó ácido cítrico (2 g). Se enfrió hasta 65 °C y se agregó bicarbonato de sodio (3 g) disuelto en agua, formando espuma. Se enfrió y conservó a temperatura ambiente.

Reactivos

- Ácido sulfúrico, H₂SO₄ (1.25%)
- Hidróxido de sodio, NaOH (1.25%)

3.3. Equipos e instrumentos

- Estufa de laboratorio, marca MMM Group, modelo Venticell 111, capacidad 111 L, rango de temperatura de: 10 a 250 °C.
- Balanza analítica, marca Mettler –Toledo, modelo AB204, capacidad 210 g, aprox. 0.0001 g.
- Balanza semianalítica. Marca Ohaus. Capacidad 600 g, aprox. 0.01 g.
- Texturómetro Instron, modelo 3342. Capacidad 50 N, velocidad 2 mm/s.
- Refractómetro de mano. Marca Atago. Rango de 60 – 90% de sólidos solubles.
- Cocina eléctrica. Marca Selecta. Con regulación de temperatura. Rango 1000 – 1500 W.

3.4. Otros materiales

- Ollas de acero inoxidable (Capacidad: 5L)
- Cuchillos de acero inoxidable
- Molde metálico 30 x 27 x 1.5 cm³
- Bolsas de polipropileno
- Papel de filtro. Whatman, 110 mm, N.º 4.
- Vaso de precipitación de 500 y 1000 mL

3.5. Método experimental

3.5.1. Esquema experimental para la elaboración de barras alimenticias

El esquema experimental para la elaboración de barras alimenticias a base de quinua con residuos de pulpa de naranja en polvo, se presenta en la Figura 1. La variable independiente es la concentración de residuos de naranja en polvo (26.66, 53.33, 80.00%); las variables dependientes; fibra cruda, firmeza y la aceptabilidad general.

3.5.2. Formulaciones para la elaboración de barras alimenticias

En el Cuadro 7, se presenta la formulación base para la elaboración de barras alimenticias a base de quinua, a partir de la cual se sustituyó proporciones de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo para los tratamientos.

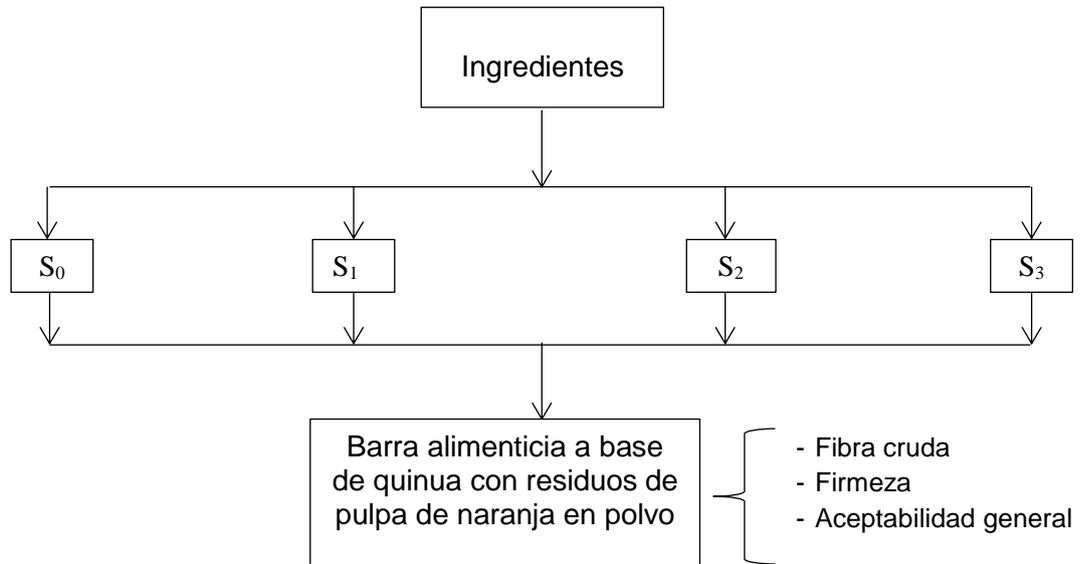
3.5.3. Procedimiento experimental para elaboración de barras alimenticias con residuos de pulpa de naranja en polvo

La Figura 2, muestra el diagrama de flujo para la elaboración de la barra alimenticia con residuos de pulpa de naranja en polvo.

La descripción del diagrama de flujo se presenta a continuación:

Recepción. Se recibió los ingredientes que formaron la base de la barra alimenticia, así como, los insumos que sirvieron para el preparado del agente ligante.

Selección y limpieza. Se excluyó impurezas o materias extrañas que no eran aptas para el consumo.



Dónde:

S₀: Sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo, 0%.

S₁: Sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo, 26.66%.

S₂: Sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo, 53.33%.

S₃: Sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo, 80%.

Figura 1. Esquema experimental para la elaboración de barras alimenticias a base de quinua con residuos de pulpa de naranja en polvo

Cuadro 7. Formulación para elaboración de barras alimenticias

Ingredientes	Formulación (%)				
	F ₀	F ₁	F ₂	F ₃	
Ingredientes secos 70%	Copos de kiwicha	12.00	12.00	12.00	12.00
	Salvado de avena	15.00	11.00	7.00	3.00
	Copos de arroz	6.00	6.00	6.00	6.00
	Copos de quinua	18.00	18.00	18.00	18.00
	Residuos de pulpa de naranja en polvo	0.00	4.00	8.00	12.00
	Ajonjolí	5.00	5.00	5.00	5.00
	Maltodextrina	7.00	7.00	7.00	7.00
	Lecitina de soya	0.20	0.20	0.20	0.20
	Pasas	3.00	3.00	3.00	3.00
	Gelatina	3.70	3.70	3.70	3.70
	Ácido cítrico	0.04	0.04	0.04	0.04
	Aroma de vainilla	0.06	0.06	0.06	0.06
Agentes ligantes 30%	Glucosa	15.00	15.00	15.00	15.00
	Azúcar invertida	15.00	15.00	15.00	15.00
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Gustkosky y otros (2007), con modificaciones del autor.

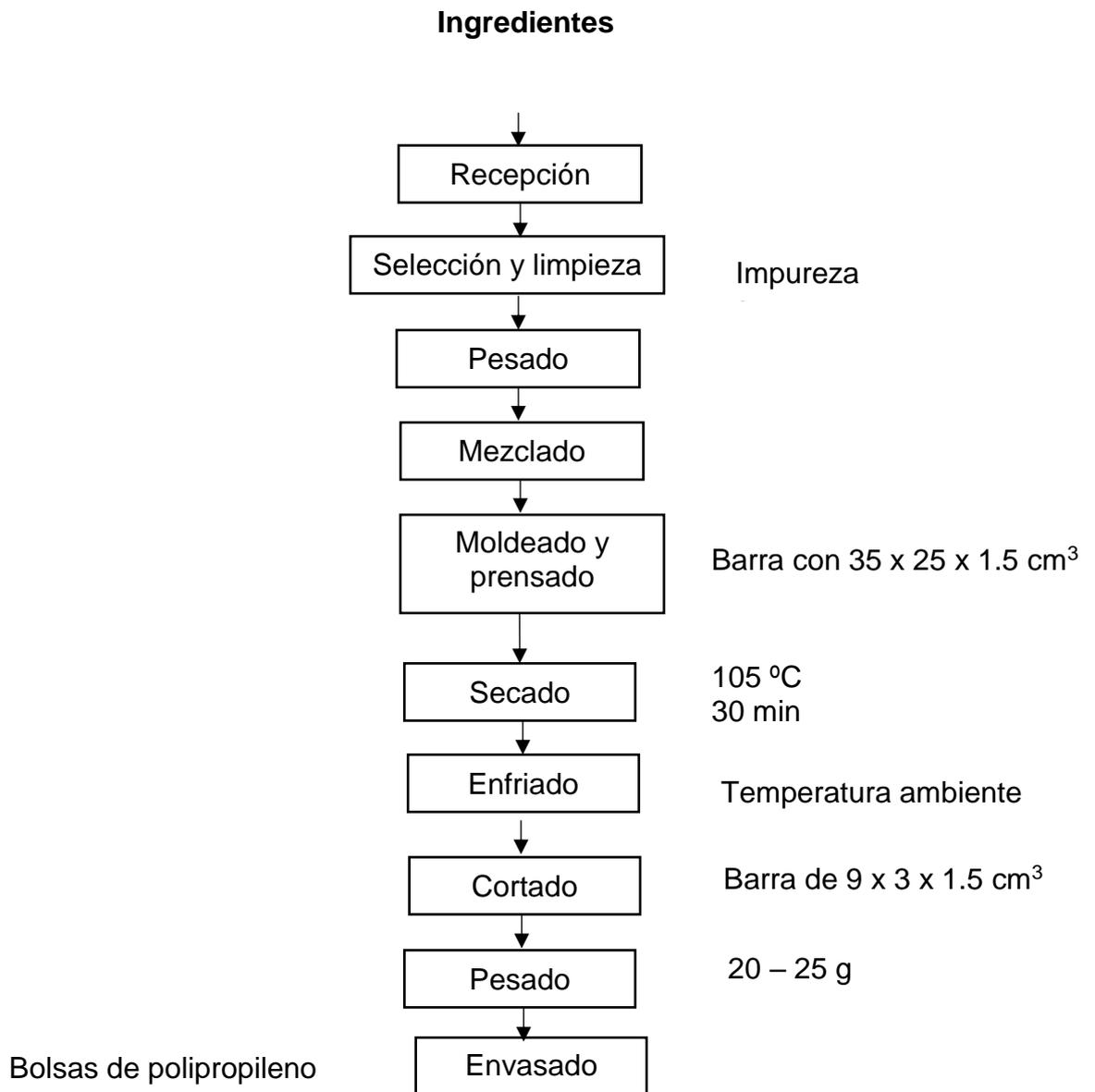


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de barra alimenticia con residuos de pulpa de naranja en polvo

Fuente: Gutkoski y otros (2007), con modificación del autor.

Pesado. Se pesaron los ingredientes de acuerdo a las formulaciones y codificaron para su posterior mezclado.

Mezclado. Se preparó un jarabe en ebullición a través de la disolución de glucosa y azúcar invertido hasta una concentración de 82 °Brix. El jarabe se vertió poco a poco en el recipiente que contenía los ingredientes secos de las formulaciones y los residuos de pulpa de naranja en polvo. Se mezcló hasta obtener una masa uniforme y moldeable. Todos los ingredientes quedaron cubiertos por el jarabe.

Moldeado y prensado. Se procedió verter la masa en un molde de 35 x 25 x 1.5 cm³, con la ayuda de una cuchara, se prensó uniformemente para compactar.

Secado. El molde con la barra se colocó en la estufa a 105 °C durante 30 min.

Enfriado. Se dejó enfriar hasta temperatura ambiente, durante 25 min.

Cortado. Posteriormente se cortó la barra en unidades de 9 cm x 3 cm x 1.5 cm.

Pesado. Se procedió a pesar cada una de las barras, las cuales tuvieron en un peso de 20 - 25 g.

Envasado. La barra se envolvió en film alimentario, para su conservación.

3.6. Métodos de análisis

3.6.1. Fibra cruda

El contenido de fibra cruda se determinó siguiendo el método usado por Ochoa (2012), que consistió en la digestión secuencial de la muestra (P_m) sin grasa con una solución de ácido sulfúrico (1.25%) y una solución de hidróxido de sodio (1.25%), el residuo

insoluble se colectó por filtración, se lavó, secó, pesó (P_1) y llevo a la mufla para obtener el pesó (P_c) de las cenizas.

$$\% \text{ FC} = (P_1 - P_c) / P_m \times 100$$

3.6.2. Firmeza

La firmeza se determinó de manera instrumental con un texturómetro Instron Modelo 3342, se midió la fuerza máxima presentada antes de la ruptura o flujo del material que se expresó en Newton (N). En cada tratamiento se realizó la prueba tres veces, reportándose el promedio de los valores. La prueba se realizó con un punzón tipo guillotina, a una velocidad de 0.2 mm/s (Matos, 2013).

3.6.3. Aceptabilidad general

Se aplicó una ficha de evaluación sensorial usando una escala hedónica y se determinó la barra alimenticia a base de quinua con residuos de naranja en polvo con mayor aceptabilidad general. Se usó un panel sensorial no entrenados de 30 jueces, de ambos sexos con edades entre 20 y 40 años representativos del público consumidor (Freitas y Moretti, 2005).

La escala hedónica estructurada utilizada en la ficha de evaluación sensorial fue de 9 puntos (Figura 3), donde 9: me gusta muchísimo, 8: me gusta mucho, 7: me gusta bastante, 6: me gusta ligeramente, 5: ni me gusta ni me disgusta, 4: me disgusta ligeramente, 3: me disgusta bastante, 2: me disgusta mucho y 1: me disgusta muchísimo (Anzaldúa, 2005).

Nombre.....	Fecha.....			
Producto: Barra alimenticia				
Pruebe las muestras de barra alimenticia que se le presentan y marque con una (X) en el reglón que corresponda a la percepción de su aceptabilidad.				
ESCALA	169	197	MUESTRA 268	248
Me gusta muchísimo	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____
Me gusta bastante	_____	_____	_____	_____
Me gusta ligeramente	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____
Me disgusta ligeramente	_____	_____	_____	_____
Me disgusta bastante	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____	_____	_____
Comentarios _____				

Figura 3. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general en barras alimenticias con residuos de pulpa de naranja en polvo

3.6.4. Método estadístico

El método estadístico correspondió a un diseño completamente aleatorizado con arreglo unifactorial con cuatro repeticiones. Para el contenido de humedad, fibra cruda y firmeza, se empleó la prueba de Levene modificada para determinar la homogeneidad de varianzas, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA) y; a continuación, al existir diferencia significativa ($p < 0.05$) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan con la que se determinó mejor tratamiento. La aceptabilidad general se evaluó mediante las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Los datos se procesaron con el paquete estadístico SPSS versión 22 (Statistical Package for the Social Sciences); para las figuras se usó el software estadístico Minitab 16.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la fibra cruda en una barra alimenticia a base de quinua

En la Figura 4, se presenta los valores del contenido de fibra cruda en barras alimenticias. Se observa que, al aumentar la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo, los valores incrementaron de 7.36 a 10.86%. Los resultados experimentales se encuentran en el Anexo 1.

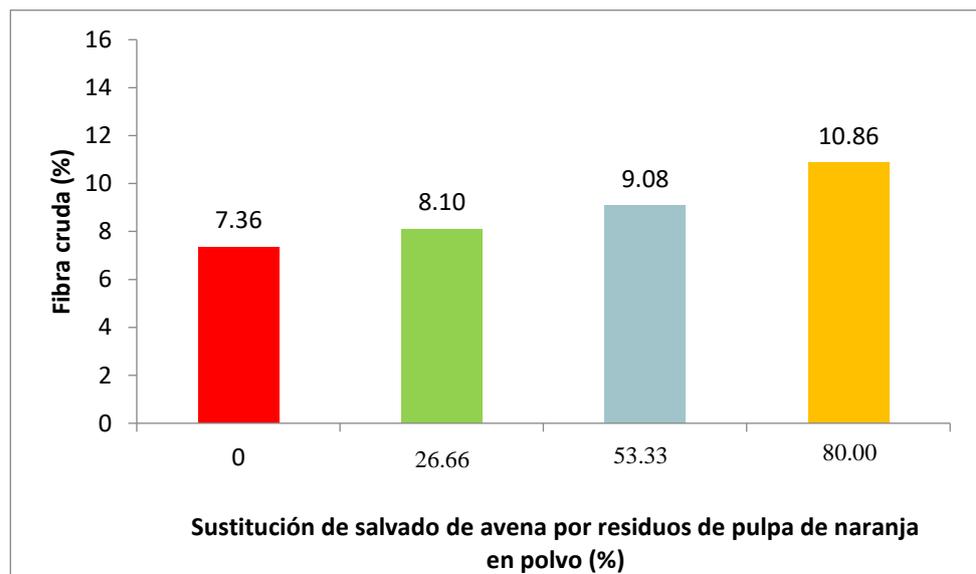


Figura 4. Fibra cruda en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo en una barra alimenticia a base de quinua

Sáenz y otros (2007) evaluaron el uso de residuos en polvo (cáscara y pulpa) de naranja, en la elaboración de un snack. Se usó dos concentraciones de fibra, una con 33.3% de polvo de naranja y otra compuesta por 28.06%; obteniendo un producto con 20.4 y 17.3% de fibra cruda, respectivamente.

Bruna y otros (2015) evaluaron la sustitución de copos de arroz y de avena por harina de cáscara de guayaba en cantidades (9.16, 18.60 y 30.99%) en barras de cereal, obteniendo un incremento de la fibra cruda con el aumento de la sustitución, obteniéndose 15.41, 19.94 y 24.71%, respectivamente. Tendencias similares fueron observadas en nuestra investigación.

Vidal y otros (2015) elaboraron tres formulaciones de barras de cereales con diferentes porcentajes de harina de camote (10, 15 y 20%). De acuerdo a los resultados, la barra de cereal que tuvo mayor aceptación sensorial fue la que contenía 15% de harina de camote, presentando un contenido de fibra cruda de 7.0%. Comportamiento similar fue observado en nuestra investigación al sustituir al 53.33% de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo, obteniendo un valor de 9.08% de fibra cruda.

Cichaczewski (2012) elaboró una barra de cereal con sustitución de copos de arroz por harina de residuos de manzana (15, 20 y 25%). Los resultados mostraron un incremento en el contenido de fibra cruda de 4.26, 5.08 y 7.28%, respectivamente. Se puede afirmar que de acuerdo a la legislación brasileña para que un alimento se considere rico en fibra debe poseer 6% de fibra cruda por cada 100 g de muestra, mostrando que nuestros resultados cumplen con lo mencionado en la legislación brasileña.

De acuerdo con Bruna y otros (2015) hace referencia que una barra de cereal presenta una elevación en el contenido de fibra cruda a medida que aumenta la adición de residuos ricos en fibra, lo que favorece la obtención de un producto con contenidos altos de ésta. Asimismo, resalta la importancia de estos resultados sabiendo que existe una carencia en el consumo de fibra por parte de la población y de las diferentes enfermedades como cáncer al

colon, al recto, de mama, diabetes, aterosclerosis, síndrome de intestino irritable y hemorroides que han sido relacionadas con la baja ingesta de fibras alimentarias.

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Levene para el contenido de fibra cruda en barras alimenticias, donde se observa que existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza (Cuadro 9).

Cuadro 8. Prueba de Levene aplicada a la fibra cruda en barras alimenticias a base de quinua

Variable	Estadístico de Levene	p
Fibra cruda (%)	1.55	0.253

El análisis de varianza demostró que la sustitución de salvado de avena por residuos de naranja en polvo presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el contenido de fibra cruda en las barras alimenticias.

Cichaczewski (2012) reportó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la sustitución de copos de arroz por residuos de manzana sobre el contenido de fibra cruda en barra alimenticia.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el contenido fibra cruda en barras alimenticias a base de quinua

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Fibra cruda (%)	Sustitución	27.426	3	9.142	203.783	0.000
	Error	0.538	12	0.045		
	Total	27.964	15			

Bruna y otros (2015) reportaron un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la sustitución de copos de arroz y avena por harina de cáscara de guayaba sobre el contenido de fibra cruda en barra alimenticia.

En el Cuadro 10, se presenta la prueba Duncan aplicada al contenido de fibra cruda en barras alimenticias con residuos de pulpa naranja en polvo. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos por la formación de subgrupos, asimismo en el subgrupo 4, se observa el tratamiento de sustitución al 80% que presentó el mayor contenido de fibra cruda con un valor de 10.86%.

Cuadro 10. Prueba de Duncan aplicada a la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua

Sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
0	7.3643			
26.66		8.0992		
53.33			9.0800	
80.00				10.8580

4.2. Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la firmeza instrumental en una barra alimenticia a base de quinua

En la Figura 5, se presenta los valores de firmeza en barras alimenticias. Se observa que, al aumentar la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo, los valores de firmeza aumentaron de 3.01 a 9.86 N. Los resultados experimentales se encuentran en el Anexo 2.

Esquivel (2016) elaboró barras alimenticias con sustitución de salvado de avena por cáscara de mango deshidratada al 5, 10 y 15%, reportando valores de firmeza de 21.34, 22.13 y 24.30% respectivamente, denotando que el incremento del contenido de fibra en el producto aumenta los valores de firmeza. Asimismo, resalta la existencia de variabilidad de la firmeza medida instrumentalmente dentro de cada tratamiento (repeticiones) y también entre tratamientos, tal como se observó durante la medición de nuestras muestras.

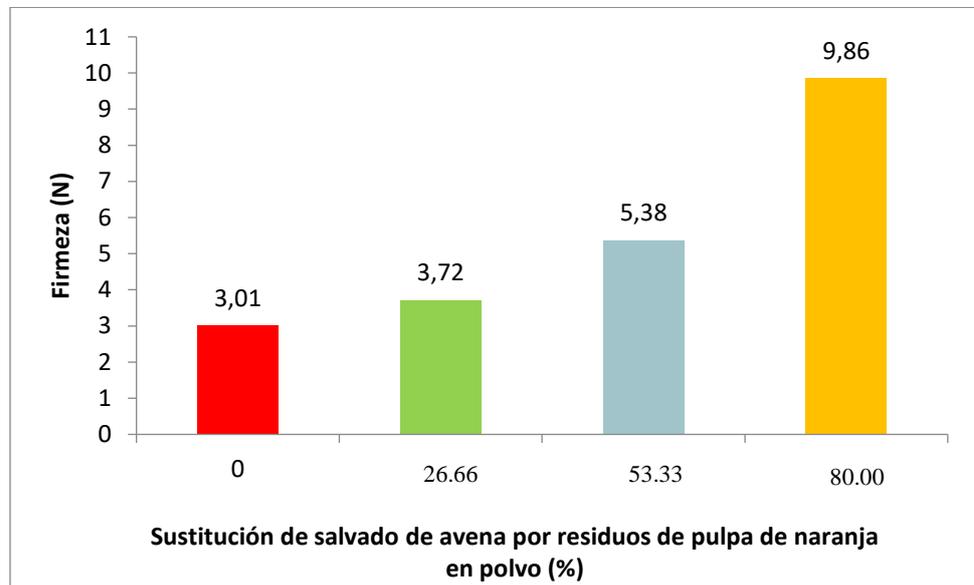


Figura 5. Firmeza instrumental en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo en una barra alimenticia a base de quinua

Gutkoski y otros (2007) mencionan que la adición de fibra en las formulaciones aumenta la firmeza en las barras de cereales. Freitas y Moretti (2006) indican que la fuerza de quiebre aumenta con el contenido de fibra y azúcar en los productos obtenidos con extruidos como lo son las barras de cereales. Por esta razón, se observa un aumento de la firmeza en las barras a base de quinua cuando se incrementa la sustitución de residuos de pulpa de naranja en polvo.

Las barras elaboradas con residuos agroindustriales deben tener en cuenta la gran variedad de formas y tamaños de los componentes sólidos (secos), observándose así la inconstancia de la estructura en las barras elaboradas (Paolucci, 2012). La particularidad de las barras radica en su firmeza y directamente en la pérdida de humedad, su reducción de la humedad resulta en un

producto con mayor firmeza conforme pase el tiempo debido a la interacción de los ingredientes de la barra de cereal (Jaramillo, 2013).

Matsuura (2005) observó aumento en los valores de firmeza en barras alimenticias a base de cereal, con adición de albedo de maracuyá en polvo, mostrando que a medida que se elevó el contenido de fibra se incrementó la firmeza.

En el Cuadro 11, se presenta la prueba de Levene para la firmeza en barras alimenticias a base de quinua con sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo, donde se observa que existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza (Cuadro 12) y posteriormente la prueba de Duncan (Cuadro 13) para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 11. Prueba de Levene aplicada a la firmeza en barras alimenticias a base de quinua

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza (N)	2.09	0.155

Cuadro 12. Análisis de varianza para la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Firmeza (N)	Sustitución	113.514	3	37.838	1342.814	0.000
	Error	0.338	12	0.028		
	Total	113.852	15			

El análisis de varianza demostró que la sustitución de salvado de avena por residuos de naranja en polvo denotó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la firmeza de las barras alimenticias.

Esquivel (2016) elaboró barras alimenticias con sustitución de salvado de avena por cascara de mango deshidratada, encontrando diferencia significativa sobre la firmeza.

Cuadro 13. Prueba de Duncan aplicada a la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua

Sustitución de salvado de avena por residuos pulpa de naranja en polvo (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
0	3.0063			
26.66		3.7230		
53.33			5.3810	
80.00				9.8575

De acuerdo con la prueba de Duncan aplicada a la firmeza en barras alimenticias a base de quinua, en el subgrupo 4, se observa

que los tratamientos con sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo fue el que presentó el mayor valor (9.86 N); pudiendo considerarse como el mejor tratamiento, ya que al comparar con la firmeza de productos comerciales son similares ricos en fibra. Así tenemos: Barra dulnort (ajonjolí, kiwicha, jugo de caña, maní, cascara de limón) con un valor de 9.48 N, barra Dulce adonai (ajonjolí, kiwicha, sachá inchi, chíá) con un valor de 10.04 N y barra Eternal (ajonjolí, kiwicha, chancaca, miel de abeja, cáscara de limón) con un valor de 10.66 N.

4.3. Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la aceptabilidad general en una barra alimenticia a base de quinua

En la Figura 6, se presentan los resultados de la aceptabilidad general en barras alimenticias con sustitución de residuos de pulpa de naranja en polvo. Se puede observar que existió una mayor aceptación para la muestra con sustitución del 53.33%, correspondiéndole un valor de 7 que equivale a me gusta bastante. En el Anexo 3, se presentan los resultados completos de esta variable.

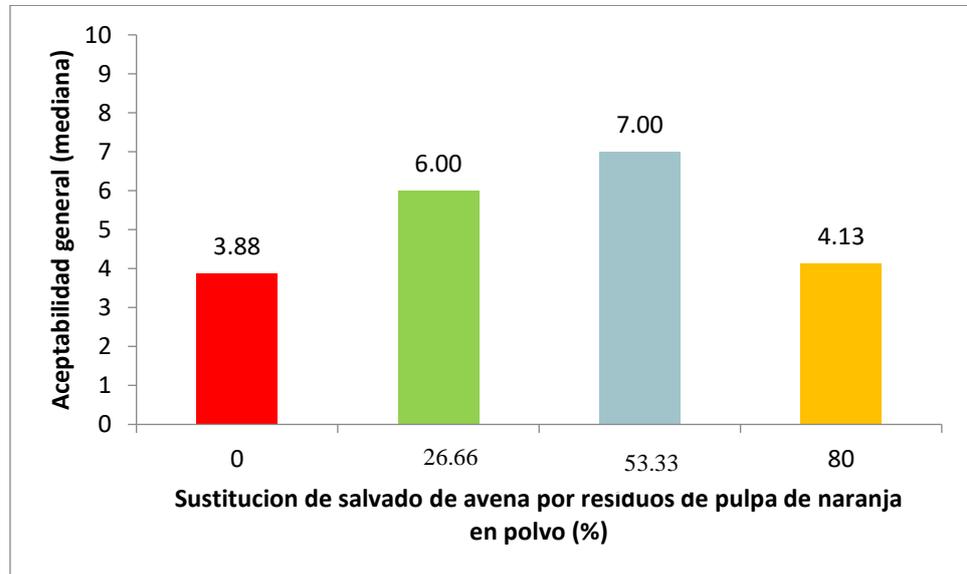


Figura 6. Aceptabilidad general en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo en una barra alimenticia a base de quinua

Klajn y Piovesana (2013) elaboraron barras de cereales a base de avena en copos en donde sustituían uva pasa por bagazo de uva teniendo 3 formulaciones: A (control), B (50% de sustitución) y C (100% de sustitución). Los puntajes recibidos para las formulaciones A, B y C fueron de 4.86, 5.15 y 4.29, respectivamente. La formulación con mayor aceptación fue la B (50%) que fue la menor sustitución propuesta.

Serna-Cock (2015) evaluó la aceptabilidad general en barras de cereal con incorporación de microorganismos probióticos, indicando que tuvo una puntuación de 6.3. Asimismo, mencionó que la percepción en cuanto a firmeza y masticabilidad son características apreciadas por el consumidor y que influyen en su intención de compra.

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) en la aceptabilidad de las barras alimenticias. La sustitución al 53.33% de residuos de naranja en polvo tuvo el mayor de mediana estadística (7.00) y una moda de 8 puntos.

Cuadro 14. Prueba de Friedman para aceptabilidad general en barras alimenticias

Sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Promedio	Moda
0	3.88	5
26.66	6.00	6
53.33	7.00	8
80.00	4.13	3
Chi-cuadrado		254.47
p		0

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general de barras alimenticias con residuos de naranja en polvo, la cual es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. Podemos precisar que la sustitución al 53.33% fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos, considerándose la mejor por su aporte en fibra, en comparación a la muestra control.

Cuadro 15. Prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en barras alimenticias

Sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo (%)		Z	p
	0	5.88	0
53.33	26.66	-8.31	0
	80.00	-7.18	0

V. CONCLUSIONES

La sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza y aceptabilidad general en las barras alimenticias a base de quinua.

La sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo al 80%, presentó el mayor contenido de fibra cruda (10.86%), la mejor firmeza (9.86 N) y la mayor aceptabilidad general (7.00 puntos) en barras alimenticias a base de quinua.

VI. RECOMENDACIONES

Determinar el contenido de fibra dietética total y valor energético en las barras de cereales con sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo.

Caracterizar la materia prima (residuos de pulpa de naranja en polvo o deshidratados) en contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble.

Investigar la sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo en otros productos como galletas, muffins y panes.

Comparar las barras de cereales con sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo en sus diferentes formulaciones con barras comerciales ricas en fibra para analizar la aceptabilidad general.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Alvares, S., Zapico, J., De Aguiar, J. 2008. Adaptación de la escala hedónica facial para medir preferencias alimentarias de alumnos de pre-escolar. *Nutrición*, 1(35):38-42. Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000100005.

Álvarez, Y. 2012. Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas, una de base de quinua malteada y la otra a base de quinua sin maltear (*Chenopodium quinoa*). Universidad nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú.

Andión, R., Suárez, J., Bergues C. 2012. Evaluación experimental de un secador solar tipo gabinete para el secado de hollejo de naranja. *Centro de Investigaciones de Energía Solar*, 32 (2): 223-233, agosto 2012. Recuperado de: <http://revistas.uo.edu.cu/index.php/tq/article/view/745>.

Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R. y Pinedo, R. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Instituto nacional de innovación agraria. Primera edición. Perú.

Bayas, A. 2010. Utilización de residuo fibroso seco obtenido de la cáscara de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K); en la elaboración de barras alimenticias energéticas, (BAE), en la industria agrícola exportadora C.A INAEXPO. Tesis para obtener el título de ingeniero de alimentos. Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos. Universidad técnica de Ambato. Ambato-Ecuador.

Bruna, R., Picolli, L., Teixeira, F., Bizzani, M. y Beutinger, A. 2015. Calidad nutricional y aceptabilidad de barras de cereales formuladas con cáscara y semillas de guayaba (*Psidium guajava*). Revista del Instituto Adolfo Lutz, 74 (1): 39-48; marzo 2015. Recuperado de: [file:///C:/Users/pc%20Hola/ Downloads/27663-45668-1-SM.pdf](file:///C:/Users/pc%20Hola/Downloads/27663-45668-1-SM.pdf)

Busch, C. y Srebernick, S. 2009. Evaluación sensorial de barras de cereales dietéticos con adición de goma acacia o con adición de colágeno hidrolizado como agente ligante. Anales del XIV Encuentro de Iniciación Científica da PUC-Campinas. Campinas-Brasil.

Cappella, A. 2016. Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludable nutricionalmente. Tesis de Licenciatura en bromatología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Cuyo-Argentina. Recuperado de: http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8188/tesis-brom.-cappella-agostina-24-10-16.pdf

Cerón, I., y Cardona, C. 2011. Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de cáscara de naranja. Ingeniería y Ciencia, 65-86.

Cervantes, J. 2011. Diseño y elaboración de una barra energética aprovechando un residuo agroindustrial incorporada con un probiótico. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Químico biológicas. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.

Chávez, M. y Aguilar, C. 2012. Aprovechamiento de la industria citrícola. Departamento de Investigación en Alimentos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila. Revista de

divulgación científica Ciencia Cierta N° 29. Saltillo - México.
Recuperado de: www.cienciacierta.uadec.mx.

Cichaczewski, A. 2012. Desarrollo de una barra de cereal rica en fibras a partir del subproducto de la extracción de jugo de manzana. Trabajo de conclusión de curso para la obtención del título de bachiller en química. Universidad Tecnológica federal de Paraná. Pato Branco, Paraná-Brasil.

Coleman E., Schmid A., Katz M. y Birney S. (2007). Low-calory whole grain cereal bar. US Patent, Pub. N° US 2007/0104853. Kraft Foods Holdings, Inc.

Couquejriot, M. 2003. Barritas nutricionales 2003. Recuperado de: https://www.jumbo.com.ar/jumbomas/nutricionista_s.jsp.

Córdoba, A. 2005. Caracterización de propiedades relacionadas con la textura de suspensiones de fibras alimentarias. Tesis de Doctorado. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España.

De La Llave, A. 2004. Efecto de la adición de fibra soluble sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación. Tesis en Licenciatura de Ingeniería de Alimentos. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla -México.

Dutcosky, S. 1996. Análisis sensorial de alimentos. Curitiba: Universitaria Champagnat, p. 11-14, 24, 26.

Eduardo, M. 2002. Hidrólisis enzimática de yuca y puba para la obtención de jarabe de maltosa. Tesis de Maestría en Ciencias. Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidad de Sao Paulo. Piracicaba, Sao Paulo-Brasil.

FAO. 2011. La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

FAO. 2011. Métodos analíticos para la determinación de humedad, alcohol energía, materia grasa y colesterol de alimentos. Depósito de documentos de la FAO. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s16.htm>

Fennema, O.R. 2000. Química de alimentos 2ª edición. Editorial Acribia. Zaragoza. 1258 p.

Fernández, T. y Fariño, M. 2011. Elaboración de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazar comida chatarra. Tesis de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería Química. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador.

Fiberstar, Empresa Citri – Fi Chile S.A. 2009. Salomón Sumar 3600, Bodega 43, San Joaquín, Santiago, Chile. Contacto: Rafael Morandé, Gerente de Adquisiciones.

Figuerola, F., Hurtado, M., Estévez, A., Chiffelle, I. y Asenjo, F. 2005. Fibre concentrates from Apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. Food Chemistry, 91:395-401.

Freitas, D. y Moretti, R. 2006. Caracterización y evaluación sensorial de barras de cereales de elevado contenido proteico y vitamínico. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 26(2):318-324, 2006.

Glassman, G. 2011. *The crossfit training guide*. Crossfit INC.

García, M. 2003. *Estimación por intervalos de confianza*. España.

Gil, R., Domínguez, R. y Pacho, J. 2008. Bioproducción de ácido láctico a partir de residuos de cáscara de naranja: procesos de separación y purificación. *Tecnología y Ciencia*, 79-90.

González, M. 2011. *Frutas y Hortalizas*. Instituto Canario de investigaciones agrarias. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/monicaglezglez/frutas-y-hortalizas-6965719>

Gratao, A., Berto, M. y Silveira, V. 2004. Reología de azúcar líquido invertido: Influencia de la temperatura en la viscosidad. *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 24(4):652-656, octubre-diciembre, 2004. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v24n4/a29v24n4.pdf>

Gutkoski, L., Bonamigo, J., Teixeira, D., Pedó, I. 2007. Desarrollo de barras de cereales a base de avena con alto contenido de fibra alimentaria. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 27(2): 355-33, jun. 2007. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n2/24.pdf>.

Gutiérrez, R. 1988. *Curso tecnología de extrusión, productos texturizados y expandidos*. Fundación Tropical de Investigación y Tecnología André Tosello. 80 p.

Heliodoro, R., Domínguez, R., Pacho, J. 2008. Bioproducción de ácido láctico a partir de residuos de cáscara de naranja: Procesos de separación y purificación. *Tecnología Ciencia Educación*, 23 (2): 79-90, dic. 2008. Recuperado de: <http://www.imiq.org/wp-content/uploads/2012/02/23206.pdf>.

Ñarritu, M. y Vega, L. 2001. Las barras de cereales como alimento funcional en los niños. *Revista Mexicana de Pediatría*, 68(1): 8-12, enero-febrero, 2001. Recuperado de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2001/sp011c.pdf>

Jaramillo, L. 2013. Evaluación de las características texturales y sensoriales de una barra de granola obtenida mediante moldeado en frío. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Alimentos. Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador.

Klajn, V. y Piovesana, A. 2013. Elaboration and acceptance of cereal bars with marc grape. *Current Agricultural Science and Technology*, 19: 41-46. Recuperado de: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/index>.

Lajolo, M., Saura, C., Witing, P., Wenzel, M. 2001. Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnología y salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Ed. Varela. 84-358 p. Brasil.

Lascano, A. 2013. Aprovechamiento de los residuos industriales de uvilla (*Physalis peruviana*) para la elaboración de barras energéticas en la asociación artesanal tierra productiva. Trabajo de Investigación previa a la obtención del grado académico de Magister en Producción Más Limpia. Facultad de Ciencia e ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador.

Lawless, H. y Heymann, H. 2010. Sensory evaluation of food: principles and practices. 2nd ed. New York: Springer, 2010. Xxiii, 596 p.

León J., 2003. Cultivo de la quinua en Puno – Perú. Universidad nacional del Antiplano. Puno – Perú.

Mahmood, A., Greenman, J. y Scragg, A. 1998. Orange and potato peel extracts: Analysis and use as Bacillus substrates for the production of extracelular enzymes in continuous culture. United Kingdom.

Martínez, O., Román, M., Gutiérrez, E., Medina, G., Cadavid, M. y Flórez, O. 2008. Desarrollo y Evaluación de un Postre Lácteo con Fibra de Naranja. Revista Vitae de la Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 15 (2): 219 – 225.

Matos, E. 2007. Procesamiento de frutas deshidratadas. Universidad de Brasilia. 21p.

Matsuura, F. 2005. Estudio del albedo de maracuyá y de su aprovechamiento en barra de cereales. Tesis de Doctorado en Tecnología de Alimentos. Universidad estatal de Campiñas. Campiñas-Brasil.

Mejia, L., Martínez, H., Betancourt, J. y Castrillon, C. 2007. Aprovechamiento de Residuos agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) en la obtención de azúcares fermentables. Ingeniería y Ciencia 3(6):41-62.

MINAG, 2016; SUNAT, 2016. Recuperado de:
<http://proyectosperuanos.com/naranjas/>.

MINAGRI 2013. Quinoa. Principales aspectos de la cadena agroproductiva. Perú. Recuperado de:
http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomia_quinoa.pdf

MINAGRI 2017. La Quinoa: Producción y comercio del Perú. Recuperado de: [file:///C:/Users/pc%20Hola/Downloads/quinoa-comercio-produccion-2017_final%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/pc%20Hola/Downloads/quinoa-comercio-produccion-2017_final%20(7).pdf)

Monteiro, F. 2005. Diferentes proporciones de fibra insoluble y soluble de granos de avena sobre las respuestas biológica de las ratas. Tesis de maestría en ciencia y tecnología de alimentos. Universidad federal de Santa María. Santa María, Río grande del Sur – Brasil.

Mora, M., Infante, R., Espinoza, J. y Predieri, S. 2006. Actitudes y preferencias de consumidores chilenos e italianos hacia los damascos. *Economía Agraria* 1 (10):83-96. Recuperado de: <http://www.aeachile.cl/docs/r10/Mora%20et%20al.pdf>.

Ochoa, C. 2012. Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa Apicare. Tesis para obtener el título profesional en Bioquímico Farmacéutico. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.

Paolucci, A., Piccolo, M., Ribeiro, J., Batista, E. y Ciabotti, S. 2012. Caracterización de barras alimenticias elaboradas como subproductos y residuos agroindustriales. *Ciencia y Agrotecnología* 36 (3): 333-340,

mayo- junio 2012. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542012000300009.

Priego, M. 2007. Obtención de Fibra Dietética a Partir de Sáculos de Naranja aplicando un Tratamiento con Vapor. Tesis para optar el título de Ingeniero en Alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León. México.

Quiroz, G. 2009. Aplicación de un sustituto graso a base de fibra de naranja en mayonesa y evaluación de sus propiedades texturales y sensoriales. Tesis para optar el título de Ingeniero en Alimentos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago-Chile.

Restrepo, A., Rodríguez, E. y Manjarrés, K. 2011. Cortezas de naranja comestibles: una aproximación al desarrollo de productos con valor agregado a partir de residuos agroindustriales. *Producción + Limpia*, 6 (2): 47-57. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v6n2/v6n2a05.pdf>.

Rockenbach, I. 2008. Compuestos fenólicos, ácidos grasos y capacidad antioxidante de residuos de vinificación de uvas tintas (*Vitis vinífera* L y *Vitis labrusca* L.). Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad federal de Santa Catalina. Florianópolis-Brasil.

Rojas, J., Perea, A. y Stashenko, E. 2000. Obtención de aceites esenciales y pectinas a partir de subproductos de jugos cítricos. *Vitae*, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia, 16(1): 110-115.

Sáenz, C., Estévez, A. y Sanhueza, S. 2007. Utilización de residuos de la industria de jugo de naranja como fuente de fibra dietética en la elaboración de alimentos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 57 (2): 186-191. Recuperado de: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Utilizacion_de_residuos_de_la_industria_de_jugos_d.pdf.

Sánchez, B. 2005. Caracterización Fisicoquímica y funcional de la fibra Dietética del Fruto del Níspero y de Cáscara de Mango Obo. Tesis para optar el grado de Ingeniero en Alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León-México.

Sendra, E., Lario, Y., Sayas, E., Pérez, J., Alesón, L. y Fernández, J. 2008. Desarrollo de gajos de naranja estabilizados por tratamiento térmico. (Tesis de Licenciatura). Universidad de las Américas Puebla. Cholulca, Puebla- México.

Silva, J., Marques, T., Simao, A., Correa, A., Pinheiro, A. y Silva, R. 2014. Development and chemical and sensory characterization of pumpkin seed flour-based cereal bars. Food Science and Technology, 34 (2): 346-352. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940095019>.

Sousa, J., Dos Santos, I., Nogueira, T., De Sá Barreto, M. y Souza, D. 2013. Production, sensory analysis and physical chemistry of cereal bar produced from cashew with. Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentavel, 8 (2): 178-182, abril-junio 2013. Recuperado de: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2019>.

Takeuchi, K., Sabadini, E. y Cunha, R. 2005. Análisis de las propiedades mecánicas de cereales matinales con diferentes fuentes

de almidón durante el proceso de absorción de leche. Revista de ciencia y tecnología de alimentos. 25(1):78-85, junio-marzo, 2005.

Tapia, A., Sánchez, E. y Jiménez, E. 2015. Desarrollo de productos de confitería a base de ajonjolí y amaranto. V Congreso Internacional bioquímica. México.

Toledo, V. 2008. Desarrollo de gajos de naranja estabilizados por tratamiento térmico. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas Puebla, Cholulca, Puebla, México.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA. 2010. Monografía de la naranja II. Dirección general Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Artículo Técnico de Producción. México. Recuperado de: www.oedrusveracruz.gob.mx.

Vallejo, P. 2015. Desarrollo y evaluación de una barra de fruta a partir del fruto de Asaí (*Euterpe precatoria*). Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-Colombia.

Vergara, S. 2015. Quinoa peruana, “Grano de oro” que va ganando el paladar del mundo. Trujillo – Perú.

Vidal, J., Rigo, M., Moraes, A., Alves, M. y Czaikoski, A. 2015. Procesamiento de barras de cereales con adición de harina de papa dulce (*Ipomoea batatas L.*). Ambiencia – Revista del sector de Ciencias Agrarias y Ambientales, 11 (1): 65-73, enero-abril 2015. Recuperado de: <file:///C:/Users/pc%20Hola/Downloads/1911-16694-1-PB.pdf>

Yáñez, E. y Biolley, E. 1999. Sustitutos de grasa en la alimentación humana. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 49(2):101-105, marzo, 1999. Temuco –Chile.

Zenteno, S. 2014. Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. Revista de Investigación Universitaria, 3 (2): 58-66, julio-noviembre. 2014. Recuperado de: <http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/522/543>.

Zúñiga, M. 2005. Caracterización de Fibra Dietaria en Orujo y Capacidad Antioxidante en vino, hollejo y semilla de uva. Tesis de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Medición de fibra de la barra alimenticia a base de quinua con residuos de pulpa de naranja en polvo

Repetición	Sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Fibra (%)
1	0	7.25
2	0	7.49
3	0	7.22
4	0	7.49
	Promedio	7.36
1	4	8.16
2	4	8.02
3	4	8.09
4	4	8.12
	Promedio	8.10
1	8	9.06
2	8	9.14
3	8	9.01
4	8	9.11
	Promedio	9.08
1	12	10.56
2	12	10.66
3	12	10.79
4	12	11.42
	Promedio	10.86

Anexo 2. Medición de firmeza de la barra alimenticia a base de quinua con residuos de pulpa de naranja en polvo

Repetición	Sustitución de salvado de avena por residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Firmeza (N)
1	0	2.91
2	0	2.99
3	0	3.08
4	0	3.04
	Promedio	3.01
1	4	3.73
2	4	3.42
3	4	3.99
4	4	3.74
	Promedio	3.72
1	8	5.60
2	8	5.16
3	8	5.53
4	8	5.24
	Promedio	5.38
1	12	9.76
2	12	9.93
3	12	9.84
4	12	9.90
	Promedio	9.86

Anexo 3. Medición de aceptabilidad general de la barra alimenticia a base de quinua con residuos de pulpa de naranja en polvo

Juez	Sustitución (%)			
	0	4	8	12
1	4	7	6	3
2	4	7	7	3
3	5	6	8	6
4	6	5	7	4
5	3	6	6	4
6	2	6	6	3
7	5	7	8	6
8	2	6	7	3
9	1	8	6	1
10	4	6	6	3
11	4	5	8	5
12	5	8	7	4
13	2	7	5	5
14	3	5	8	4
15	5	5	8	4
16	7	6	8	2
17	4	6	8	6
18	6	7	6	3
19	5	7	6	2
20	7	7	6	3
21	1	6	8	2
22	5	6	7	6
23	3	6	7	4
24	6	6	7	4
25	7	7	8	4
26	5	7	6	8
27	5	7	8	5
28	5	6	8	3
29	4	6	8	5
30	3	6	7	6
Suma	128	190	211	121
Promedio	4,27	6,33	7,03	4,03

**Anexo 4. Vistas fotográficas de la elaboración de barras alimenticias
con residuos de pulpa de naranja en polvo**



Figura A. Ingredientes para la elaboración de las barras alimenticias



Figura B. Mezclado de todos los ingredientes



Figura C. Cortado de barras alimenticias después de haber secado por 30 minutos a 105 °C y enfriado a temperatura ambiente.



Figura D. Barras alimenticias con residuos de pulpa de naranja en polvo

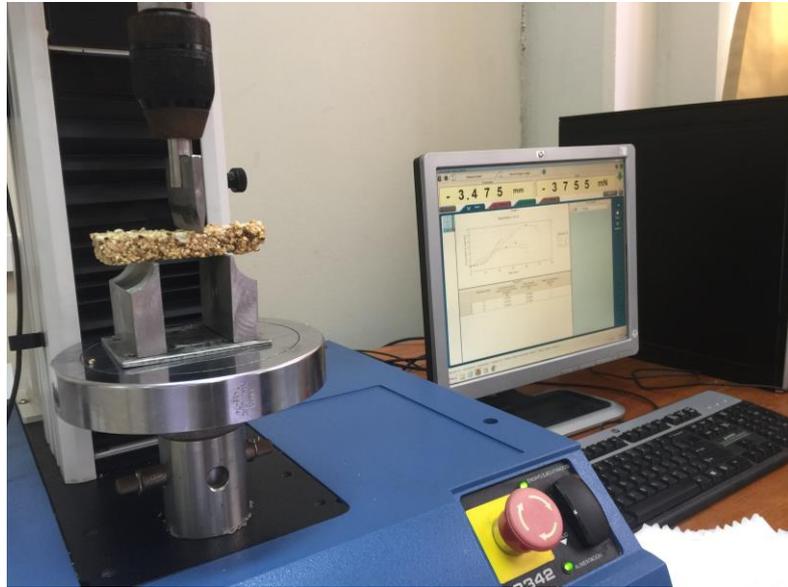


Figura E. Evaluación de firmeza en barras de alimenticias con residuos de pulpa de naranja en polvo



Figura F. Aceptabilidad general en barras alimenticias con residuos de pulpa de naranja en polvo

Anexo 5. Ficha Técnica CITRI-FI 100

	Especificación CITRI-FI® 100	Document #:	CUS-144-R
		Revision:	0
		Date:	09-Jun-16
		Supercedes:	-
		Updates:	-
		Pages:	1 of 1

Alérgenos:

El producto deriva de una fuente no alérgica y presenta ningún riesgo alérgico para los consumidores.

No-OMG:

Citri-Fi® no contiene organismos modificados genéticamente.

Estatus Kosher:

Este producto es certificado Kosher.

Estatus Halal:

Este producto es certificado Halal.

INGREDIENTES	Fibra Citrica (Pulpa de Naranja Deshidratada)
DESCRIPCIÓN	Producto natural procedente de la pulpa de la naranja procesado físicamente
ORIGEN	Producido en EE.UU. bajo condiciones sanitarias en pleno cumplimiento de la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos, modificado, siguiendo las normas de Buenas Prácticas de Manufactura actuales.
PROPIEDADES FÍSICAS	
Apariencia	Polvo grueso
Color	Amarillo claro a beige
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	
Aerobic Plate Count	10 000 ufc/g máximo
Levaduras	1 000 ufc/g máximo
Mohos	1 000 ufc/g máximo
E. Coli	Negativo/ 10g
Salmonella	Negativo/ 25g
ANÁLISIS ANALÍTICA	
Humedad	10% máximo
Granulación	95% mínimo a través de malla 30 (600 µm) cedazo
Capacidad de Retención de Agua	6,5 - 10,5 g de agua / g de materia seca
EMBALAJE	Netas 20,0 kg (44 libras.). 16" x 5" x 37" bolsa de papel kraft. 50 bolsas por pallet.
ALMACENAMIENTO	Bolsas cerradas se deben almacenar en un ambiente limpio y seco a temperatura ambiente
DURACIÓN	Treinta y seis meses a partir de la fecha de fabricación, en las condiciones de almacenamiento citadas.



713 St. Croix St., River Falls, WI 54022 USA
 Phone (715) 425-7550 • Fax: (715) 425-7572 • E-mail: info@fiberstar.net
 www.fiberstar.net