

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS

**Elaboración de barra energética funcional con harina
desengrasada de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y jarabe de
yacón (*Smallanthus sonchifolius*)**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero en industrias alimentarias**

Autores: Bach. Percy Luis GASPAREZ GONZALEZ

Bach. Aron Lot QUINTANA GALINDO

Asesora: Mg. Silvia María MURILLO BACA

La Merced – Perú – 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS

**Elaboración de barra energética funcional con harina
desengrasada de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y jarabe de
yacón (*Smallanthus sonchifolius*)**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Antonio OTAROLA GAMARRA
PRESIDENTE

Ing. Hugo Rómulo BUENDIA PONCE
MIEMBRO

Mg. Fortunato Candelario PONCE ROSAS
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mis adorados padres, Francisco y Reyna, quienes con su eterno amor me guiaron con sabiduría para afrontar las adversidades y lograr mis metas. Dios les bendiga y los guarde siempre. A mi amado hijo, Rodrigo, quien me brinda su amor incondicional e ilumina mi camino. A mi querida esposa, Clotilde, quien día a día me brinda apoyo para alcanzar nuevas metas tanto profesionales como personales.

GASPAR GONZALEZ, Percy Luis

A DIOS: por darme una familia maravillosa, por brindarme maestros que con sus enseñanzas hicieron de mí una persona de bien. Y por todas las personas que han contribuido en mi crecimiento personal y profesional. JESUCRISTO los guarde siempre. AMEN.

QUINTANA GALINDO, Aron Lot

AGRADECIMIENTO

- A Dios: por brindarnos el conocimiento y sabiduría en el presente trabajo.
- A nuestra asesora Mg. Silvia María Murillo Baca por su enseñanza, amistad e incondicional apoyo en el desarrollo de la Tesis.
- A nuestros maestros: por sus enseñanzas y consejos brindados a lo largo de nuestra formación profesional.
- A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Filial la Merced, alma mater de nuestra profesión.
- A nuestros padres: Por su apoyo fundamental en nuestra vida y en honor a su esfuerzo diario.
- A los Docentes de la Universidad Nacional del Santa, Ing. Jorge Domínguez Castañeda e Ing. Máximo Carranza Varas, quienes nos brindaron su apoyo para la ejecución de las pruebas finales y análisis químicos de nuestra Tesis.
- A la empresa Bureau Veritas del Perú S.A. por brindarme las facilidades y permisos laborales para lograr concluir la Tesis. (Gaspar González, Percy Luis).
- A mi amigo Ever Cuevas Ayquipa con quien compartí momentos muy gratos durante mi etapa estudiantil universitaria. (Gaspar González, Percy Luis)
- Al Ing. Elizabeth Sue Li Parra, y a mis amigos Macassi Carrera, German y Simeón Pérez, Jefferson por sus consejos (Quintana Galindo, Aron).
- Al Director y colegas de la Institución Educativa “Ricardo Palma Soriano” Perene (Quintana Galindo, Aron).

RESUMEN

La alimentación ha estado en constante investigación para brindar la cantidad adecuada de nutrientes, que proporcionen la energía necesaria al ser humano. En la investigación se elaboró una barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) (HDSI) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolia*) (JDY). Se realizó en dos etapas, en la primera, se preparó la HDSI y el JDY; en la segunda, se elaboró las barras energéticas con la HDSI y JDY, mediante un diseño bloque completo al azar (DBCA) con arreglo factorial de 3 x 2, (5, 10 y 15 % de HDSI y 15 y 20 % de JDY), sustituyendo a la kiwicha expandida y la glucosa respectivamente; además se añadió pasas, coco rallado, piña osmodeshidratada y granos partidos desengrasadas de sachá inchi. En las barras obtenidas se realizó la evaluación sensorial en los atributos olor, color, textura, sabor y apariencia, estableciendo como mejor tratamiento el T4 , barra energética con 10 % de HDSI y 20 % de JDY; siendo su composición proximal 11.25 % de proteína, 4.20 % de humedad, 6.64 % de grasa, 1.24% de ceniza, 1.88 % de fibra y 74.79 % de carbohidratos; y sus características fisicoquímicas: índice de peróxido 13.72 meq, de O₂ / kg de muestra, aporte calórico de 88.87 Kcal/ porción de 22 g o 1 unidad; cantidad de omega 3 de 26.912 %, omega 6 de 26.130 % , omega 9 de 12.401 % y una relación ideal de omega 3: omega 6 de 1:1; la cantidad de FOS en la barra fue de 0.56 g/ 100 g, cubriendo alrededor del 70 % de una ingesta diaria estimada de FOS que se sitúa en 0.86 g; el análisis microbiológico mostró ausencia de contaminación microbiana siendo apto para el consumo humano. Con 74.79 % de carbohidratos hace que la barra sea energética; la presencia de 11.25 % de proteínas, omega 3, 6 y 9, y de los FOS los hacen un alimento funcional beneficioso para la salud.

Palabras Claves: Barra energética, sachá inchi, omegas, yacón, jarabe de yacón, FOS.

ABSTRAC

Feeding has been under constant research to provide the right amount of nutrients, that provide the necessary energy to the human being. In the investigation a functional energy bar with defatted flour was developed of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) (HDSI) and Syrup of yacón (*Smallanthus sonchifolia*) (JDY). It was conducted in two stages, in the first stage, the preparation of the HDSI and JDY; in the second, the energy bars were developed with the HDSI and JDY, by a full random block design (DBCA) with a 3 x 2 factorial arrangement, (5, 10 and 15 % of HDSI and 15 and 20 % of JDY), replacing the expanded Kiwicha and glucose respectively; in addition, raisins, grated coconut, osmodehydrated pineapple and degreased Sacha Inchi grains were added. In the obtained bars the sensory evaluation was carried out on the attributes smell, color, texture, flavor and appearance, establishing as best treatment the T4, energy bar with 10% of HDSI and 20 % of JDY; being its proximal composition 11.25 % protein, 4.20 % moisture, 6.64 % fat, 1.24 % ash, 1.88 % fibre and 74.79 % carbohydrate; and physicochemical characteristics: peroxide index 13.72 meq, of O₂ / kg sample, caloric intake of 88.87 Kcal/ 22 g or 1 unit portion; omega 3 of 26.912 %, omega 6 of 26.130 %, omega 9 of 12.401 % and an ideal omega 3 ratio: omega 6 of 1:1; the amount of FOS in the bar was .56 g/ 100 g, covering around 70 % of an estimated daily intake of FOS in 0.86 g; the microbiological analysis showed no microbial contamination being suitable for human consumption. With 74.79% of carbohydrates makes the bar energetic; the presence of 11.25% of proteins, omega 3, 6 and 9, and FOS make them a functional food beneficial for health.

Keywords: Energy bar, Sacha Inchi, omegas, yacon, yacon syrup, FOS.

INTRODUCCIÓN

Las exigencias del consumidor se orientan hacia una alimentación sana, variada y atractiva de consumo rápido, que aporte nutrientes y contribuyan al beneficio de las personas; en muchos casos se ha descuidado la alimentación sana siendo remplazada por comidas rápidas o pre cocidas las cuales tienen altos contenidos de preservantes artificiales, compuestos químicos y grasas. Esta nueva tendencias han traído nuevas consecuencias en la salud como el aumento de peso de los consumidores, por lo que ahora entraron en una nueva onda que es la de proteger su cuerpo utilizando productos naturales que van a aportar nutrientes esenciales al cuerpo y que no contribuyan al aumento de peso.

Los subproductos provenientes de la semilla de sachá inchi poseen un elevado contenido de proteínas y aceites insaturados, además de fibra en menor proporción, que puede ser utilizadas en la elaboración de alimentos para humanos y no solo para animales, en especial ser utilizada para el desarrollo de nuevos productos que tengan efectos positivos sobre la salud del ser humano, en la actualidad se busca alimentos ricos en proteínas, aceites insaturados y fibra los cuales se encuentran en la harina y en las almendras de sachá inchi.

El yacón almacena carbohidratos en forma de fructooligosacaridos (FOS), con un contenido entre 9 – 12% en la materia comestible (**Seminario et al., 2003**), este compuesto se encuentra en el jarabe que se obtiene al concentrar los jugos de esta raíz, actualmente este jugo se comercializa como miel y es utilizado como ingrediente en alimentos, medicina y en el campo farmacéutico, entre sus beneficios a la salud es su aporte de fibra dietética y de prebióticos.

Las barras constituyen una buena opción de refrigerio debido a la gran practicidad para transportarla, ya sea en la mochila, cartera o hasta en el bolsillo, siendo una buena alternativa para sustituir comidas intermedias y golosinas además de proporcionar energía.

En el presente trabajo se busca desarrollar barras energéticas funcionales con harina desengrasada de sachá inchi y endulzadas con jarabe de yacón, contribuyendo a que los consumidores obtengan un producto rico en ácidos grasos insaturados como los omega 3, 6 y 9, proteínas y FOS muy importantes para la salud.

INDICE

	Pag.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRAC	vi
INTRODUCCIÓN	vii
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Formulación de los objetivos	3
1.4. Justificación de la investigación	3
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de estudio	5
2.2. Bases teóricas-científicas	9
2.2.1. Sacha Inchi	9
2.2.2. Yacón	19
2.2.3. Barras energéticas	31
2.3. Definición de términos	38
2.4. Formulación de hipótesis	39
2.5. Identificación de variables	40
CAPITULO III: METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION	
3.1. Tipo de investigación	41
3.2. Método de investigación	41
3.3. Diseño de investigación	41
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	41
3.4.1. Materia prima	41
3.4.2. Insumos	41
3.4.3. equipos	42
3.4.4. Materiales	43
3.5. Técnica de procesamiento y análisis de datos	43
3.5.1. Primera etapa	43
3.5.2. Segunda etapa	47
3.5.3. Formulación de los tratamientos	49
3.5.4. Distribución de los tratamientos	49
3.5.5. Controles realizados	50
3.6. Tratamiento estadístico	53

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION	
4.1. Características en la materia prima	54
4.1.1. Características morfológicas de las semillas de sachá inchi	54
4.1.2. Características físicas de las almendras de sachá inchi	56
4.1.3. Rendimiento en la obtención de harina desengrasada de sachá inchi	57
4.1.4. Composición químico proximal de la harina desengrasada de sachá Inchi	59
4.1.5. Contenido de ácidos grasos de la harina desengrasada de sachá inchi	60
4.1.6. Características fisicoquímicas del zumo y jarabe de yacón	61
4.1.7. Rendimiento en la obtención de jarabe de yacón	62
4.1.8. Contenido de fructooligosacaridos del jarabe de yacón	65
4.2. Controles durante el proceso de elaboración de las barras energéticas	66
4.2.1. Control de tiempo y temperatura durante la cocción de las barras energéticas	66
4.3. Evaluación sensorial de las barras energéticas	67
4.4. Caracterización del producto final	76
4.4.1. Análisis químico proximal de la barra energética	76
4.4.2. Índice de peróxido en la barra energética	80
4.4.3. Composición de ácidos grasos de la barra energética	81
4.4.4. Composición de fructooligosacáridos en la barra energética	83
4.4.5. Aporte calórico de la barra energética	85
4.4.6. Análisis microbiológico	86
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis químico proximal de la almendra de sachá inchi en diferentes estudios	12
Tabla 2. Perfil de aminoácidos de sachá inchi en comparación con otras oleaginosas	14
Tabla 3. Contenido de ácidos grasos en sachá inchi y otras oleaginosas	16
Tabla 4. Composición proximal (base seca) de la torta de sachá inchi	19
Tabla 5. Perfil de ácidos grasos de la torta de sachá inchi	19
Tabla 6. Composición nutricional del yacón	23
Tabla 7. Relación de plantas con contenido de fructanos	26
Tabla 8. Valor calórico y poder edulcorante de los fructooligosacáridos (FOS) en comparación con los azúcares más comunes y algunos edulcorantes sintéticos	27
Tabla 9. Formulación de barras energéticas con avena - quinua y avena – amaranto	35
Tabla 10. Composición nutricional de barras energéticas en (100 g)	38
Tabla 11. Formulación para la elaboración de barras energéticas con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.	49
Tabla 12. Distribución de los tratamientos	50
Tabla 13. Características físicas de las semillas de sachá inchi	54
Tabla 14. Características físicas de las almendras de sachá inchi	56
Tabla 15. Rendimiento de la harina desengrasada de sachá inchi	58
Tabla 16. Composición químico proximal de la harina desengrasada de sachá inchi	59
Tabla 17. Ácidos grasos presentes en la harina desengrasada de sachá inchi	60
Tabla 18. Características fisicoquímicas en zumo y jarabe de yacón.	61
Tabla 19. Rendimiento en el jarabe de yacón	63
Tabla 20. Composición del jarabe de yacón en FOS	65
Tabla 21. Tiempo y temperatura durante la cocción de las barras energéticas	66
Tabla 22. Análisis de variancia del atributo color de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.	68
Tabla 23. Análisis de variancia del atributo olor de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.	69
Tabla 24. Promedios ordenados y significación de tukey al 0.05 en el atributo olor	70
Tabla 25. Promedios ordenados y significación de tukey al 0.05 en el atributo olor, en el factor A (proporción de harina desengrasada de sachá inchi: 5, 10 y 15 %).	71
Tabla 26. Análisis de variancia del atributo sabor de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.	71

Tabla 27.	Análisis de variancia del atributo textura de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.	72
Tabla 28.	Promedios ordenados y significación de tukey al 0.05 en el atributo textura	73
Tabla 29.	Promedios ordenados y significación de tukey al 0.05 en el atributo textura, en el factor A (proporción de harina desengrasada de sachá inchi: 5, 10 y 15 %).	73
Tabla 30.	Análisis de variancia del atributo apariencia general de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.	74
Tabla 31.	Promedios ordenados y significación de tukey al 0.05 en el atributo apariencia general.	75
Tabla 32.	Composición proximal de la barra energética (g/100g) con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón	76
Tabla 33.	Índice de peróxido en la barra energética	80
Tabla 34.	Ácidos grasos presentes en la barra energética	81
Tabla 35.	Contenido de fructooligosacáridos en la barra energética	84
Tabla 36.	Aporte calórico de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón	85
Tabla 37.	Análisis microbiológico a la barra funcional	86

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Figura 1.	Fruto verde y maduro de sachá inchi	11
Figura 2.	Raíz de yacón	21
Figura 3.	Estructura química de los fructooligosacáridos	24
Figura 4.	Diagrama de flujo de obtención de jarabe de yacón rico en FOS	30
Figura 5.	Diagrama de flujo de elaboración de una barra base de granola y frijol rojo	34
Figura 6.	Diagrama de flujo para obtención de harina desengrasada de sachá inchi	45
Figura 7.	Diagrama de flujo para obtención de jarabe de yacón	46
Figura 8.	Diagrama para elaboración de la barra energética	48
Figura 9.	Barra energética ^(a) antes del horneado, ^(b) después del horneado	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Sacha Inchi, comúnmente conocido como maní del monte, sachá maní o maní del inca, se encuentra distribuida en diversos lugares. Dentro de sus componentes se encuentran principalmente: proteínas, aminoácidos, ácidos grasos esenciales (omegas 3, 6 y 9) y vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles) en contenidos significativamente elevados, respecto a semillas de otras oleaginosas (maní, palma, soya, maíz, colza y girasol) los cuales tienen un papel muy interesante en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

El Yacón almacena carbohidratos en forma de oligofructanos tipo inulina, por el cual es considerado buena fuente de oligofructanos, ya que éste presenta un contenido total de oligofructanos de 59,6% y 4,6% en base seca, este compuesto se encuentra en el jarabe que se obtiene al concentrar los jugos de esta raíz, actualmente este jugo se comercializa como miel y es utilizado como ingrediente en alimentos, medicina y en el campo farmacéutico.

Hoy en día las personas tienen menos tiempo que dedicar a los quehaceres del hogar ya que viven en una rutina acelerada; por esta razón se ha descuidado la sana alimentación siendo esta remplazada por comidas rápidas o pre cocidas las cuales tienen altos contenidos de preservantes artificiales, compuestos químicos y grasas. Estas nuevas tendencias han traído nuevas consecuencias en la salud y aumento de peso de los consumidores, los cuales ahora entraron en una nueva onda de proteger su cuerpo utilizando productos naturales que aporten los nutrientes esenciales al cuerpo y que no contribuyan al aumento de peso.

Las barras energéticas o barras de cereales son alimentos funcionales, alimentos combinados enriquecidos o fortificados; esto debido a sus ingredientes de compuestos bioactivos que contribuyen al beneficio de la salud (disminución de padecer enfermedades cardíacas, cáncer, diabetes, hipertensión, etc.) de las personas que lo consumen (Ruiz, 2008). Razón por lo cual en el presente proyecto se utilizará la torta de sachá inchi y el jarabe de yacón en la elaboración de una barra energética. Este producto estará orientado a las personas que le dedican más tiempo al trabajo y otras actividades que los limita y no se dan el tiempo para poder alimentarse de una manera adecuada.

1.2. Formulación del problema

Problema General

¿Cuál el efecto de la harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón en las características funcionales de la barra energética?

Problemas Específicos

- ¿Cuáles serán los parámetros tecnológicos en la formulación de barra energética y funcional utilizando harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón?
- ¿Cuáles serán las características sensoriales, fisicoquímicas, y microbiológicas de la barra energética funcional con desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.?
- ¿Cuál será la cantidad de omega 3, 6, 9 y fructooligosacáridos presente en la barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón?

1.3. Formulación de los objetivos

La investigación tuvo los siguientes objetivos:

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón en las características funcionales de la barra energética.

1.3.2. Objetivos específicos

- Establecer los parámetros tecnológicos en la formulación de barra energética funcional utilizando harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

- Caracterizar las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de la barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

- Determinar la cantidad de omega 3, 6, 9 y de fructooligosacáridos presente en la barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

1.4. Justificación de la investigación

La torta de sachá inchi es rica en fibra, proteínas, aceites insaturados, que pueden ser utilizados en la elaboración de alimentos para humanos y no solo para animales, en especial para el desarrollo de nuevos productos alimenticios que tengan efectos positivos sobre la salud del ser humano, ya que la mayoría de personas carecen de una buena alimentación por el ritmo de vida tan agitada que llevan, necesiéndose alimentos listos y fáciles de consumir.

En la actualidad existe la tendencia de consumir alimentos que aporten un bien para la salud como los alimentos funcionales que brindan nutrientes de gran importancia nutricional y terapéutica en su consumo, las barras de frutas o cereales es la nueva línea de productos que ha llegado al mercado como parte de las tendencias actuales en alimentación. Las barras constituyen una buena opción de merienda debido a la gran practicidad para transportarla, ya sea en la mochila, cartera o hasta en el bolsillo. En el presente trabajo se busca desarrollar barras energéticas funcionales con sachá inchi y jugo de yacón para adicionar en la dieta diaria, de esa manera consumir ácidos grasos insaturados como los omega 3, 6 y 9, proteínas, fibra y oligofruktanos muy importantes para la salud.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

Espinoza y Padilla (2015), en la tesis. “*Barritas de kiwicha (Amaranthus caudatus), semillas de chia (Salvia hispanica,) y cáscaras de frutas y verduras como fuente de proteínas y fibra dietética alterna de cereales para la alimentación del escolar*” tuvo como objeto elaborar barritas de kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*), semillas de chía (*Salvia hispanica L.*) y cáscaras de frutas y verduras, dentro del mercado de barras energéticas. Las barras de kiwicha, semillas de chía y cáscaras de frutas y verduras comparado con las barras comerciales, presentaron un mayor contenido de proteínas, de 9,78 g \pm 0,264 (Chiak1), 12,35 g \pm 0,318 (Chiak2) y 12,14 \pm 0,378 (Chiak3), y menor contenido de grasas, de 9,53 g \pm 0,191 (Chiak1), 11,17g \pm 0,884 (Chiak2) y 11,83 g \pm 0,314 (Chiak3), en relación al cereal mix (5,71% de proteínas y 20,95% de grasas); barra de sésamo y chía (9,52% de proteínas y 14,29% de grasa), cereal bar (3,75% de proteínas y 15% de grasas), y entre al 50% a 70% con mayor contenido de fibra dietaría. Las barritas "Chiak3", fueron las preferidas por el sabor, siendo bien aceptadas por los preescolares (95%) y escolares (90%). Tienen además 1,112 \pm 0,076(mg EAG/g) de compuestos fenólicos. La ración de 100 g de este producto (2 barritas), cubre el 24,3%, 37,9% y 48,9% de los requerimientos de proteínas, fibra alimentaria y hierro del preescolar y escolar.

Ruiz et al., (2013), en la investigación “*Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de sachu inchi (Plukenetia volubilis y Plukenetia huallabambana)*” determinaron la composición proximal, perfil de aminoácidos, perfil de ácidos grasos y el contenido de antinutrientes (saponinas y taninos) de las semillas y tortas (residuos después de

la extracción del aceite) de las especies *Plukenetia huayllabambana* y *Plukenetia volubilis*. Las semillas de *P. huayllabambana*, proveniente de la provincia Rodríguez de Mendoza, poseen mayor contenido de aceite (54,3 versus 49,0%), mientras que las procedentes de la provincia de San Martín (*P. volubilis*) mostraron mayor contenido de proteínas (29,6 versus 24,5 %). Asimismo, el contenido proteico de la torta de *P. volubilis* es mayor que el de *P. huayllabambana* (59 y 46%, respectivamente). El contenido de aminoácidos esenciales de las semillas de ambas especies de *Plukenetia* es el adecuado de acuerdo a lo recomendado por la FAO/OMS, a excepción de los aminoácidos lisina y leucina. Tanto en semillas como en las tortas, la concentración de ácido linoleico (omega-6) es mayor en *P. volubilis*, mientras que el linolénico (omega-3) se encuentra en mayor proporción en *P. huayllabambana*.

Baez y Borja (2013), en su trabajo titulado “*Elaboración de una barra energética a base de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) como fuente de Omega 3 y 6*”, indican que se elaboró una barra energética a base de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), semilla oleaginosa rica en proteína, omega-3 y 6. La barra consta de tres fases, fase 1: galleta, fase 2: mermelada y fase 3: cobertura de cereales y frutos secos. En la fase 3 se realizó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial 3^2 , correspondiente a la combinación de 2 factores con 3 niveles cada uno (sachá inchi: 7%, 14% y 21% y glucosa: 15%, 20% y 25%). Los tratamientos 7 (21% sachá inchi y 15% glucosa) y 8 (21% sachá inchi y 20% glucosa), presentaron los mejores resultados de: grasa, proteína, humedad y penetrabilidad. Luego fueron analizados sensorialmente (triangular y preferencia), siendo el tratamiento 7 el escogido. El estudio de mercado mostró que a pesar de que los encuestados no están habituados a consumir barras energéticas, sí estarían dispuestos a consumir el producto denominado Sachá Snack. Se logró

desarrollar un producto tipo snack como nueva alternativa dentro del mercado ecuatoriano, considerado como fuente de fibra, proteína, omega-3 y 6.

Marroquín (2012), en su trabajo titulado *“Formulación y aceptabilidad de barras de amaranto para población escolar”*, menciona que es deseable una correcta nutrición a cualquier edad, y que en la población escolar despierta un especial interés en la rama de la nutrición debido a diversos factores, como los biológicos, psicológicos y sociales, haciendo énfasis en la alimentación ya que es uno de los factores más directamente relacionados con el desarrollo y bienestar del ser humano. En base a la necesidad de que en la edad escolar se lleve una alimentación adecuada se formularon y elaboraron tres barras alimenticias a base de amaranto y chocolate con el objetivo de brindar a la población en edad escolar una opción para la alimentación que tuviera un alto valor nutritivo y que fuera organolépticamente aceptable. Las tres barras nutricionales producidas fueron enviadas al instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP- para que fueran evaluadas químicamente para la determinación de su valor nutritivo mediante un análisis proximal. Posterior a la determinación del valor nutritivo de las muestras, se realizó un análisis de aceptabilidad por medio de una escala hedónica que determinó el gusto de los niños por las tres muestras elaboradas, dicha evaluación fue realizada con niños de colegios privados en edad escolar. Se determinó que las tres barras nutricionales producidas fueron aceptadas. La barra número dos fue la que más significancia presentó al realizar el análisis estadístico, sin embargo no se descarta la aceptabilidad de las barras número uno y tres.

De la paz (2012), en el trabajo de investigación *“Elaboración de barras energéticas para escolares a partir de subproductos industriales de soya y maíz”* indica que entre los productos que el PAE (programa de alimentación escolar del

Ecuador) distribuye se encuentra la granola en barra hecha a base de avena, la cual al ser una materia prima importada eleva el costo del producto final por lo que elaboró una barra energética utilizando materias primas como sémola de maíz, harina de arroz, harina de soya baja en grasa y el okara, que son subproductos de la industria alimenticia ecuatoriana, los cuales contienen un alto valor nutricional no aprovechado para el consumo humano. El aporte calórico-proteico del producto final fue de 47 kilocalorías de proteínas y 358 Kcal totales en 100 g. de producto. El horneado a 185°C por 25 minutos garantiza un porcentaje de humedad de 13.31% del producto final comprobándose con el análisis de vida útil que el producto es microbiológicamente aceptable a los 6 meses. El costo estimado de producir una barra energética de 30 g. es de \$ 0.17.

Hernández (2011), en su trabajo de grado *“Diseño y formulación de una barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel”*, menciona que estudios epidemiológicos nacionales e internacionales señalan que las enfermedades crónicas degenerativas relacionadas con la nutrición constituyen la primera causa de morbilidad de la población en general, estas enfermedades se pueden prevenir con hábitos de vida saludable como el consumo de alimentos que ayuden a disminuir los factores de riesgo de estas enfermedades, por ello se diseñó y formuló una barra de cereal con ingredientes funcionales utilizando un diseño de mezclas *Simplex Lattice* para determinar el contenido de avena, nueces y uvas pasas, que en conjunto constituye 80% del producto y el otro 20% es miel, utilizado como ingrediente aglutinante. Se optimizaron las variables contenido de polifenoles, capacidad antioxidante y aceptabilidad sensorial y se obtuvo una región óptima de formulación, se incorporó el factor costo de formulación mediante programación lineal, y se obtuvo la siguiente combinación de ingredientes: 32% de avena, 24% de nueces y 24% de uvas pasas, el aporte calórico de la barra es 396 kcal por 100gramos, el contenido de proteína y grasa es de 8.2% y 15%,

predominando los ácidos grasos poliinsaturados 67% y monoinsaturados 21%, el contenido de fibra dietética es 7.14g/100g. Los beneficios de estos nutrientes sumado al poder antioxidante que aportan los compuestos fenólicos de los ingredientes, le confiere al producto un índice de actividad antioxidante moderado, esto contribuye a disminuir el riesgo de incidencia y mortalidad de dichas enfermedades. La barra de cereal tiene una actividad de agua de 0.52 y una vida útil, en función a la oxidación de las grasas, entre 35 y 29 días para un rango de temperatura entre 25 a 30 °C, finalmente se determinó la aceptabilidad del producto con un panel de consumidores que sugiere una posible proyección comercial.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Sacha Inchi

También conocida como la nuez inca, maní del monte, sachá maní, maní jíbaro, maní del inca e inca inchi es una oleaginosa silvestre que pertenece a la familia euforbiacea, cuyo nombre científico es *Plukenetia volubilis linneo*. **(Manco, 2006)**. Es una planta nativa de la Amazonía Peruana, descrita por primera vez como especie en el año 1753 por el científico y zoólogo Carl Von Linneo en su libro publicado "*Species Plantarum*". Se cultivó en la costa peruana desde la época prehispánica y se han encontrado semillas y representaciones de su fruto en cerámicas de las culturas Chimú y Mochica. Actualmente se estudia la presencia de esta planta en la milenaria cultura Caral, al norte de Lima, con más de 3000 años de antigüedad **(Enciso, 2013)**. Es probablemente una de las pocas plantas amazónicas con una producción continua de frutos, lo cual lo convierte potencialmente en una fuente de ingreso sostenible para los agricultores amazónicos.

a. Características del sachu inchi

En el Perú se encuentra en estado silvestre en diversos lugares de San Martín, Ucayali, Huánuco, Cuzco, Amazonas, Loreto y Madre de Dios. En San Martín se encuentra en toda la cuenca del Huallaga, tiene buen comportamiento a diversas temperaturas que caracterizan a la Amazonía Peruana (mín. 10°C y máx. 36°C). Crece desde los 100 m.s.n.m. en la selva baja y 2 000 m.s.n.m. en la selva alta **(Manco, 2006)**. Por su alto contenido de grasas y proteínas, su rápida productividad y rendimiento de producción, se podría decir que el sachu inchi está entre los recursos vegetales de la Amazonía peruana como uno de los más prometedores **(Medina et al., 2007)**. El sachu inchi es un arbusto que crece en forma silvestre en la selva peruana, de cuyas semillas, se extrae un aceite rico en ácidos poliinsaturados omega-3 y omega-6 (Pascual y Mejía 2000; Guillen et al., 2003 citados por **Garmendia et al., 2011)**.

La semilla es ovalada, de color marrón oscuro, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia el borde. Según los eco tipos, el diámetro fluctúa entre 1.3 y 2.1 cm., al abrirlas encontramos cotiledones a manera de almendras y cubiertas de una película blanquecina. En condiciones de medio ambiente y al aire libre, la semilla se conserva por más de 1 año (SUDIRGEB-INIEA 2006, citado por **Medina et al., 2007)**.



Figura 1. Fruto verde y maduro de sachá inchi.

El sachá inchi puede ser consumido en su estado natural como cualquier oleaginosa o maní, es muy recomendable para todas las edades especialmente en niños y adultos mayores. Presentado en forma de aceite puede utilizarse como parte de las ensaladas o untado en el pan en lugar de otra grasa (**Bazurto, 2015**).

b. Taxonomía

La clasificación Botánica del sachá inchi fue realizada por MCBride en 1951, citado por **Enciso (2013)**.

Reino	: Vegetal
División	: Spermatophyta
Subdivisión	: Angiospermae
Clase	: Dicotiledónea
Orden	: Euphorbiales
Familia	: Euphorbiaceae
Género	: Plukenetia
Especie	: volubilis Linneo
Nombre común	: Sachá inchi, maní del monte, maní del inca

c. Composición química

Las semillas contienen de 49 a 54% de aceite, en las semillas se encuentran los cotiledones a manera de almendras, cubiertas de una fina película blanquecina que cubre a la almendra que es la materia prima para la extracción de aceite. El interés del sachá inchi radica en su alto contenido de aceite, con niveles elevados de ácido linolénico y linoleico, por lo cual tiene un gran potencial de aplicación en la industria alimenticia y farmacéutica; así fue reconocido en la feria organizada por la empresa Agro Business Consulting & Development – ABCD en junio del 2004 en Francia, donde se expuso las virtudes de esta planta y de su aceite extra virgen oleaginoso, obteniendo la Medalla de Oro por su inigualable composición de Omega 3, escaso en otros productos vegetales (Lázaro, 2015).

Varios autores han indicado que esta planta puede ser considerada como un nuevo cultivo potencial en algunas regiones de América del Sur; debido a su alto porcentaje de aceite, y un contenido de 27% de proteína, rica en cisteína, tirosina, treonina y triptófano (Báez y Borja, 2013).

Tabla 1

Análisis químico proximal de la almendra de sachá inchi en diferentes estudios.

Componente	Hazen (1980)	Benavides y Morales (1994)	Vela (1995)	Medina (2007)
Humedad (%)	4.2	8.5	6.5	7.64
Proteína (%)	33.3	27.4	26.7	33.11
Aceite (%)	48.7	41.7	51.59	43.89
Ceniza (%)	2.7	2.1	2.6	2.8
Fibra (%)	1.6	2.6	3.44	--
Carbohidratos (%)	9.5	17.7	9.17	--
Energía (Kcal/100)	--	555.7	550.9	--

Fuente: Valles (2012).

d. Proteínas en sachá inchi

El análisis de las proteínas es de gran importancia para determinar el valor nutritivo de los alimentos. La calidad de una proteína está definida por la cantidad y proporción de aminoácidos para satisfacer las necesidades nutricionales **(Valles, 2012)**. De acuerdo con investigadores de la Universidad Estatal de Florida, las semillas de sachá inchi parecen ser una fuente completa de proteína, lo que significa que no sólo contienen los nueve aminoácidos esenciales ya que además contienen otros aminoácidos no esenciales y grasas insaturadas saludables, que ayudan a mantener los niveles más bajos de colesterol **(Bazurto, 2015)**.

Comparando el contenido de sus aminoácidos esenciales y no esenciales de las proteínas del sachá inchi y otras semillas de oleaginosas recomendadas por la FAO, WHO y ONU para la alimentación; en la tabla 2 se observa que las proteínas y sus aminoácidos del sachá Inchi, superan en algunos casos a las otras semillas **(Manco, 2006)**.

Tabla 2*Perfil de aminoácidos de sachá inchi en comparación con otras oleaginosas.*

Proteína y sus aminoácidos	Semillas				
	Sachá inchi	Soya	Maní	Algodón	Girasol
Proteína %	27	28	23	23	24
Esenciales					
Isoleucina	50	45	34	33	43
Leucina	64	78	64	59	64
Lisina	43	54	35	44	36
Metionina	12	13	12	13	15
Cisteína	25	13	13	16	15
Metionina y cisteína	37	26	25	29	34
Fenilalanina	24	49	50	52	45
Tirosina	55	31	39	29	19
Fenilalanina y tirosina	70	80	89	81	54
Treonina	43	39	26	33	37
Triptófano	29	13	10	13	14
Valina	40	48	42	46	51
No esenciales					
Alanina	36	43	39	41	42
Arginina	55	72	112	112	80
Aspargina	111	117	114	94	93
Glutamina	133	187	183	200	218
Glicina	118	42	56	42	54
Serina	64	51	48	44	43

Fuente: Manco (2006).**e. Ácidos grasos en sachá inchi**

Los ácidos grasos contribuyen no sólo a la consistencia del material graso sino también a su capacidad gastronómica y culinaria, se encargan del transporte de vitaminas liposolubles; algunos de ellos permiten el movimiento de proteínas, dan fluidez a las membranas celulares, e intervienen en diversas funcionalidades

biológicas, tales como la antioxidante y las relacionadas con los sistemas nervioso y visual (Innis 2008, citado por **Castaño et al., 2012**).

Algunos ácidos grasos poliinsaturados (linoleico, linolénico y araquidónico) no pueden ser sintetizados por los animales superiores (incluido el hombre) y como su función biológica es fundamental, deben ser suministrados en la dieta. Por este motivo reciben el nombre de ácidos grasos esenciales (**Pariona, 2008**).

En comparación a los aceites de todas las semillas oleaginosas utilizadas en el mundo, para consumo humano, el "sacha inchi" es el más rico en ácidos grasos insaturados, llega hasta 93,6%. El promedio de los ácidos grasos poliinsaturados está compuesto de: 48,60% de ácido graso esencial linolénico Omega – 3; 36,80% de ácido graso esencial linoleico Omega - 6 y ácido oleico Omega – 9; 8,28% (ácido graso monoinsaturado), además presenta bajo contenido de ácidos grasos saturados 6,39% en promedio, 3,85% de palmítico y 2,54% de esteárico (**Pariona, 2008**).

En la tabla 3 se indica el contenido de ácidos grasos de sachá inchi en comparación con otras semillas oleaginosas, en donde su contenido de ácidos grasos no saturados es superior, destacándose el omega-3 (**Báez y Borja, 2013**).

Tabla 3

Contenido de ácidos grasos en sachá inchi y otras oleaginosas

Ácidos grasos	Semillas oleaginosas							
	Sachá inchi	Soya	Maíz	Maní	Girasol	Almidón	Palma	Olivo
Omega-3	48.61	8.3	1	0	0	0.5	0	1
Omega-6	36.8	51.5	58	36.8	57.9	57.5	10	10
Omega-9	8.28	22.3	28	43.3	29.3	18.7	40	71
Ácidos grasos no saturados	93.69	85.1	87	80.1	87.2	76.7	50	82
Ácidos grasos saturados	6.39	13.7	13	14.2	12.8	20.8	49	16

Fuente: Báez y Borja (2013).

f. Propiedades nutricionales del sachá inchi

Sirve para equilibrar el colesterol en el organismo, para la microcirculación (factor importante en la irrigación cerebral), su consumo actúa mejorando la función inmunológica, disminuyendo la agregación de las plaquetas, reduciendo la respuesta inflamatoria en enfermedades y mejorando la dilatación de las arterias, su ingesta disminuye los triglicéridos y eleva el colesterol bueno (HDL). Por último, es importante porque ayuda a la formación del tejido nervioso y tejido ocular. Más de la mitad de la grasa del cerebro es omega-3, que interviene en la formación de las estructuras en las membranas celulares, transporta los nutrientes en el torrente sanguíneo, contribuye a mantener el equilibrio del metabolismo (**Báez y Borja, 2013**). Interviene en la formación de hormonas, de la retina y las transmisiones químicas (**Betancourth, 2013**).

Un estudio que realizó el Instituto de Investigaciones Clínicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, con respecto a efecto del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis L*) sobre el perfil lipídico en pacientes con

hiperlipoproteinemia (presencia de nivel anormalmente alto de lipoproteína en la sangre; asociado con un mayor riesgo de enfermedad coronaria). La metodología que se implementó fue una lista aleatoria en la cual formaron dos grupos de pacientes. Al primero (Grupo A), compuesto por doce pacientes, se le administró 5 mL de aceite de sacha inchi; al segundo (Grupo B), compuesto también de doce pacientes, se les dió 10 mL de aceite de sacha inchi por vía oral, antes del almuerzo. En condiciones de ayuno de doce horas, se determinó el nivel sanguíneo de colesterol total (CT), colesterol HDL, triglicéridos (Tg), glucosa (G) y, por métodos enzimáticos, el de insulina (I). Se puede concluir que el aceite de sacha inchi, en la suspensión administrada a la dosis de 10 ml de aceite, mostró el efecto de disminuir las concentraciones de las fracciones aterógenas (placas de lípidos, glúcidos, de sangre o de depósitos calcáreos que se fijan en las arterias) de la sangre y, al mismo tiempo, de incrementar los niveles de HDL-c en sujetos con hiperlipoproteinemia, por lo que podría constituir una alternativa efectiva que, hasta el momento, ha demostrado ser segura para el tratamiento de las dislipoproteinemias, para lo cual se requiere de ensayos clínicos aleatorizados y controlados para evaluar apropiadamente la eficacia y seguridad del aceite de sacha inchi para el tratamiento de dislipidemias (Garmendia et al., 2011, citado por **Ayala 2016**).

Es un alimento concentrado con más grasa que la crema de leche, más calorías que el azúcar y mayor calidad en vitaminas, proteínas y minerales que la carne de res (Valles, 1990, citado por **Chirinos et al., 2009**). Esta característica lo hace muy recomendable como alimento frente a otros productos como la aceituna, las semillas de lino y el pescado.

g. Torta de sachá inchi

Los objetivos de largo plazo de los estudios sobre el sachá inchi se encaminan a la búsqueda de nuevas formas y modos de empleo de la semilla para el consumo humano, por ejemplo, como concentrado de proteínas para lactantes o harina desgrasada con elevado contenido de proteínas, entre otros. Estimaciones técnicas provenientes de pruebas industriales señalan la posibilidad de obtener del sachá inchi una tonelada métrica de residuos sólidos de la semilla luego del prensado, también llamados «torta», por cada hectárea al año y una tonelada métrica de aceite crudo por hectárea al año (**Chirinos et al., 2009**).

Una vez prensado la semilla se obtiene un 62.1% de torta y un 37.9% de aceite. Esta alta obtención del subproducto conduce a la necesidad de proponer alternativas de aprovechamiento que eviten la acumulación de residuos sólidos (**Hurtado, 2013**).

La torta obtenida contiene alta cantidad de proteína (59.1%) y grasa (6.93%) en base seca. Dada la alta cantidad de proteína (59%) presente en la torta residual de sachá inchi, que en comparación al porcentaje de la torta de soya (46%) es mayor, por lo que pueden buscarse alternativas para su aprovechamiento después de la extracción total del aceite, la torta proteica separada en la prensa después de la extracción del aceite, en el caso de sachá inchi, puede ser utilizada en productos que comúnmente se preparan con la torta de soya: leche, queso, carne vegetal y harina texturizada, que pueden ser empleados en la elaboración de pan, sopas, pastas, fideos, galletas y alimentos para niños, en el Perú la empresa Promamazonia lo utiliza para la producción de alimento para animales como vacunos, aves porcinos, ovinos, caprinos, cuyes, conejos, etc., (**Betancourth, 2013**).

Tabla 4*Composición proximal (base seca) de la torta de sacha inchi*

COMPONENTE	(%)
Grasa	7.8 + 0.2
Proteínas	59.0 + 0.7
Cenizas	4.8 + 0.2
Fibra	4.5 + 0.6
Carbohidratos	23.9 + 1.7

Fuente: Ruiz *et al.*, (2013).**Tabla 5.***Perfil de ácidos grasos de la torta de sacha inchi*

Ácido graso	Composición relativa %
Palmitico (16:0)	4.5
Esteárico (18:0)	1.9
Oleico (18:1)	10.5
Linoleico (18:2)	36.0
Linolenico (18:3)	47.1
Total Saturados	6.4
Monoinsaturados	10.5
Poliinsaturados	83.1

Fuente: Ruiz *et al.*, (2013).

2.2.2. Yacón

El yacón es una fruta tan antigua como el agua, elemento al que le debe su nombre “yacu” en quechua, pero tan extraña a la mayoría de los moradores actuales de la tierra, que su nombre es necesario repetir más de una vez, para que el interlocutor con extrañeza señale “no la conozco, ¿es un producto nuevo?”

y mayor es su sorpresa cuando se explica que es una fruta y que se consume cruda, pese a su parecido con otras raíces comestibles como la arracacha o la yuca pero dulce e hidratante. Posee propiedades medicinales inigualables, y al degustarla, se le puede encontrar sabor a pera, manzana, sandía o melón, de acuerdo al gusto del consumidor, por esa extraña manía de acudir al recuerdo para formar ideas nuevas **(Cuervo y Agredo, 2014)**.

El yacón es una planta domesticada y cultivada desde la época prehispánica. Hasta hace poco se cultivaba solo en jardines y huertos caseros de la serranía peruana para el autoconsumo y el consumo ocasional en festividades religiosas especiales. Luego de la difusión de sus beneficios se han empezado a investigar y descubrir numerosas propiedades (Seminario et al. 2003, citado por **INDECOPI, 2015**). Los nombres comunes que presenta el yacón, son abundantes por lo que es necesario indicar el nombre de este tubérculo en otros idiomas; quechua, (yacon yakuma), aymara (aricoma, ancoma), es una raíz que pertenece a la Familia Compositae, cuyo nombre científico es *Smallanthus sonchifolia* **(Sequeiros et al., 2003)**. El yacón es una planta domesticada y cultivada desde la época prehispánica.

a. Características

Los tubérculos del yacón son fusiformes y pueden variar considerablemente en tamaño, forma y sabor. El color de su cáscara varía desde marrón oscuro a púrpura opaco incluso el naranja; internamente el tubérculo se presenta como un cuerpo carnoso anaranjado transparente **(Torres et al., 2002)**. Los tejidos internos de las raíces son muy blandos debido a que acumulan una cantidad bastante alta de agua (alrededor de 90% del peso fresco de las raíces), característica que las predispone a sufrir rajaduras o a romperse fácilmente durante la cosecha, el embalaje y el transporte. El peso de la raíz es altamente variable: dentro de una

misma planta puede diferir entre 50 y 1000 g, aunque por lo general varía entre 200 y 500 g. Normalmente una planta produce entre 2 y 3 kg de raíces, pero es probable que su rendimiento supere los 5 kg si se aplican prácticas culturales apropiadas. En varios ensayos experimentales se ha conseguido, con cierta frecuencia, rendimientos superiores a los 10 kg por planta. El hábitat natural del yacón es la zona de los Andes entre los 800 m.s.n.m. y 2800 m.s.n.m., en latitudes tropicales (0-24° S) y regímenes de temperatura característicos de climas templados y subtropicales. Sin embargo, debido a su gran capacidad adaptativa y aparente insensibilidad al fotoperiodo, se cultiva también en muchas otras partes del mundo (**Manrique et al., 2005**).

Las zonas con mayor tradición en su cultivo se hallan en el norte (Cajamarca, Amazonas, Piura, Ancash) y también en el sur (Cuzco, Apurímac, Ayacucho, Puno). Se consume como fruta fresca y posee importantes propiedades nutraceuticas, lo que quiere decir que además de ser alimento, también es medicina. Su presencia en cantidades importantes en los mercados nacionales se debe entre otros aspectos a la divulgación de los beneficios nutricionales de los azúcares dietéticos presentes en grandes cantidades en esta raíz y, a la percepción de que es un alimento útil para diabéticos (**Valderrama, 2005**).



Figura 2. Raíz de yacón

Fuente: Adaptado de INDECOPI (2015).

b. Taxonomía del yacon

Inicialmente había sido clasificado por Wells en 1965, dentro de *Polymnia*, pero Harold Ernest Robinson en 1972 lo reclasificó en un género que había sido creado por Kenneth Kent Mackenzie en 1933 como *Smallanthus*, particularmente por un patrón de estrías que se encuentran en el fruto. La siguiente clasificación es citada por **(Barajas et al., 2014)**.

Reino	: Plantae
Clase	: Equisetopsida
Subclase	: Magnoliidae
Superorden	: Asteranae
Orden	: Asterales
Familia	: Asteraceae
Género	: Smallanthus
Especie	: sonchifolius
Nombre común	: Yacón, llacon, jicama, aricona (Aymara), llakuma (quechua), etc.

c. Composición química del yacón

Entre 85 a 90% del peso fresco de las raíces de yacón se encuentra en forma de agua. A diferencia de la mayoría de raíces comestibles, el yacón no almacena almidón, sino que acumula sus carbohidratos en forma de fructooligosacáridos (FOS) y azúcares libres (fructosa, glucosa y sacarosa). La proporción de cada azúcar puede variar mucho, se puede considerar la siguiente composición (en base seca): FOS 40 a 70%, sacarosa 5 a 15%, fructosa 5 a 15% y glucosa menos del 5% **(Manrique et al., 2005)**. La composición relativa de los diferentes azúcares varía significativamente debido a diferentes factores, como el cultivar, la época de siembra y cosecha, tiempo y temperatura en poscosecha, entre otros **(INDECOPI, 2015)**. Además la raíz contiene diversos elementos nutritivos tales

como: proteína, carbohidrato, fibra, caroteno, tiamina, rivo flavina, ácido ascórbico, calcio, fósforo y hierro (Rodríguez y Arteaga, 2015).

Tabla 6

Composición nutricional del yacón

Compuesto	en 100 g de alimento
Energía (cal)	54
Agua (g)	86.6
Proteína (g)	0.3
Grasa (g)	0.3
Carbohidrato (g)	10.5
Fibra (g)	0.5
Ceniza (g)	0.3
Calcio (mg)	23
Calorías (Kcal)	69
Caroteno (g)	0.08
Fósforo (mg)	21
Hierro (mg)	0.3
Tiamina (g)	0.01
Ácido ascórbico (g)	3.1
Rivo flavina (g)	0.1
Azúcares simples (g)*	1.5 – 4
Oligofru ctuosa (OF) (g) *	6 -12

Fuente: Pazmiño (2014), *Polanco (2011) Azúcares simples incluye: sacarosa, fructosa y glucosa.

d. Fructooligosacáridos en yacón

Los fructooligosacáridos conocidos como oligofrútanos u oligofruktosas, pertenecen a una clase particular de azúcares conocidos como frúctanos, son cadenas cortas de fructosas, muy solubles en agua, tienen un ligero sabor dulce (poseen entre el 30 y 65% del poder edulcorante de la sacarosa) pero proporcionan tan sólo una cuarta parte del poder calórico de los carbohidratos comunes, por lo que son utilizados como edulcorantes, fibra dietéticos y prebióticos (Torres 2004, citado por **Polanco, 2011**).

Consisten en una glucosa terminal y una cadena lineal de fructosas de 2 a 9 unidades por un enlace β (2-1) (figura 3). Las propiedades técnicas en los alimentos de la oligofruktosa, principal componente del yacón, son el sabor dulce no residual, alta solubilidad, no precipitan, no cristalizan, contribuye a dar textura, cuerpo y realza el sabor, viscosidad comparable con el jarabe de glucosa, es humectante, disminuye la temperatura de congelación, aumenta la temperatura de ebullición (**López, 2005**).

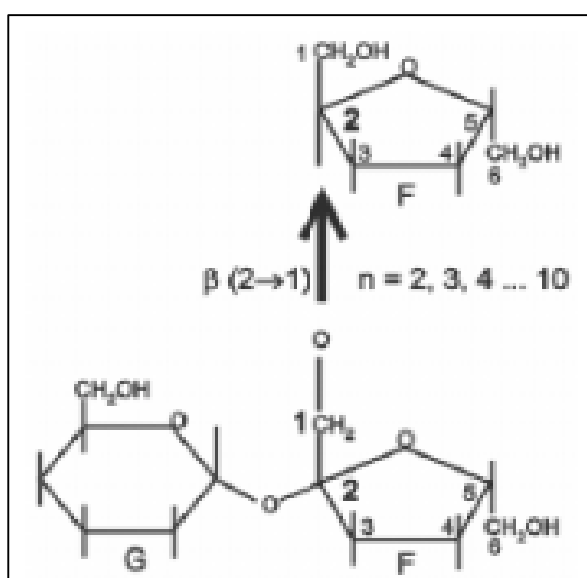


Figura 3. Estructura química de los fructooligosacáridos
Fuente: Seminario *et al.*, 2003, citado por **López (2005)**.

Son un tipo de fibra insoluble compuesta por unidades de fructosa. Se encuentran en frutas y vegetales como plátano, cebolla, espárrago, ajo y jícama, en algunos granos y en cereales como el trigo y la cebada. Los FOS son azúcares de reserva que existen en varias especies de plantas, una de ellas es el yacón como se mencionó anteriormente, están constituidas por una molécula de glucosa ligadas entre 2 a 10 moléculas de fructosa, los fructooligosacáridos proporcionan a una baja contribución calórica en el organismo humano (Álvarez et al., 2012, citado por **(Rodríguez y Arteaga, 2015)**). La estructura química de los fructanos es tal que los hace solubles en agua, lo cual tiene importantes implicaciones biológicas a nivel de la dinámica celular de las plantas. Son almacenados preferiblemente en vacuolas donde es posible que posea otras funciones para la planta como la tolerancia al frío y a las sequías (Utha State University 2003, citado por **Chacón, 2006**).

Los FOS se encuentran en gran variedad de alimentos vegetales, pero el yacón posee la mayor cantidad de este compuesto (tabla 7). El efecto saludable de los FOS es asociado a la capacidad para modificar la composición de la microflora del colon, favoreciendo el crecimiento de las bifidobacterias (flora intestinal) e inhibiendo a las bacterias patógenas como E.Coli, shigella o salmonella; contribuyendo a reducir el riesgo de contraer cáncer al colon. Además el consumo de FOS se asocia con el aprovechamiento de minerales de calcio y magnesio por parte de nuestro organismo, componentes fundamentales de huesos y dientes **(Pinto y Rosales, 2007)**.

Al ser consumido los FOS no son hidrolizados en el tracto digestivo dadas la ausencia tanto de exoinulinasa como de exolevanasas, sufriendo posteriormente por ello fermentación en el colon. Esta es la razón por la que los FOS tienen una

baja contribución calórica en el organismo humano (25 a 35% de las calorías que poseen la mayoría de carbohidratos) (Manrique *et al.*, 2005).

Tabla 7.

Relación de plantas con contenido de fructanos

Nombre común	Nombre científico	Familia	Órgano utilizado	Fructano predominante	% en materia comestible
Achicoria	<i>Cichorium intybus</i>	Asteraceae	Raíz	Inulina	16 - 20
Topinambur	<i>Helianthus tuberosus</i>	Asteraceae	Tuberculo	Inulina	15 - 20
Dalia	<i>Dahlia sp.</i>	Asteraceae	Rizoma	Inulina	6 - 14
Yacón	<i>Smallanthus sonchifolius</i>	Asteraceae	Raíz	FOS	9 - 12
Ajo	<i>Allium sativum</i>	Liliaceae	Bulbo	Inulina	9 - 11
Cebolla	<i>Allium sepa</i>	Liliaceae	Bulbo	Inulina	2 - 6
Esparrago	<i>Asparagus officinalis</i>	Liliaceae	Turion	Inulina	2 - 3
Trigo	<i>Tricicum durum</i>	Poaceae	Grano	Inulina	1 - 6
Plátano	<i>Musa sp.</i>	Musaceae	Fruto	Inulina	0.3 - 0.7

Fuente: Herman y Pazos. 1999, citado por Pinto y Rosales (2007).

En diversos tipos de literatura se menciona que las raíces de yacón contienen inulina como componente principal. Sin embargo esta información no es exacta, la inulina se encuentra en muchas plantas como la cebolla, el ajo y el plátano, pero en mayores cantidades en especies como el topinambur, la achicoria y la dalia. Los FOS se encuentran también en estas plantas, pero en cantidades pequeñas.

En el yacón en cambio, no existe inulina y el azúcar predominante son los FOS. El yacón es quizás la planta con mayor contenido de FOS (**Seminario et al., 2003**).

Debido a su reducida contribución calórica al organismo humano (hasta 40 o 50% menos calorías que la miel de abejas) el consumo de miel de yacón puede ser recomendado a personas que desean bajar de peso y a personas con problemas de sobrepeso y obesidad (Galindo y Paredes 2002, citado por **Pinto y Rosales, 2007**).

Tabla 8

Valor calórico y poder edulcorante de los fructooligosacaridos (FOS) en comparación con los azúcares más comunes y algunos edulcorantes sintéticos

Azúcar	Origen	Contenido calórico (Kcal/g)	Poder edulcorante
FOS	Natural	1 – 1.5	0.3
Glucosa	Natural	4	0.7
Fructosa	Natural	4	1.7
Sacarosa	Natural	4	1.0
Esteviosidos	Natural	0	30 – 320
Aspartame	Sintético	0	200
Sacarina	Sintético	0	300 – 500
Sucralosa	Sintético	0	600

Fuente: Herman *et al.*, 1999, citado por **Pinto y Rosales (2007)**.

e. Otros compuestos químicos del yacón

En comparación a otras raíces y tubérculos, las raíces del yacón tienen una alta cantidad de polifenoles, alrededor de 200 mg/100 g de materia fresca comestible. Los polifenoles más abundantes son el ácido clorogénico y al menos cuatro

fenoles solubles derivados del ácido caféico. Otros compuestos reportados con actividad antioxidantes son el triptófano, la quericetina, el ácido ferúlico y el ácido gálico, aunque la concentración de polifenoles en las raíces es alta, su concentración es mucho mayor en otros órganos de la planta, como las hojas. Algunos estudios han demostrado que la infusión de hojas de yacón ayuda a reducir el nivel de glucosa en la sangre en ratas normales y diabéticas, sin embargo se desconoce el componente químico responsable de este efecto y si este se encuentra también en las raíces **(Pinto y Rosales, 2007)**.

Es un buen rehidratante debido a su alto contenido de agua y minerales como el potasio y promueve la generación de la flora intestinal, por lo que es considerado como un prebiótico **(Polanco, 2011)**.

Por otro lado, se ha determinado que las raíces reservantes acumulan una cantidad importante de potasio, 1 a 2% del peso seco, y dos compuestos con actividad antioxidante, el triptófano y el ácido clorogénico. El consumo de potasio es recomendado a personas hipertensas, mientras que los antioxidantes son necesarios para prevenir la acción destructiva de los radicales libres y el envejecimiento celular **(Pazmiño, 2014)**.

f. Jarabe de yacón

El jarabe de yacón es un concentrado denso y dulce que se obtiene al evaporar suficientemente agua del jugo de yacón, de tal modo que la concentración de sólidos solubles (azúcar) se eleve hasta un valor aproximado de 70%. Para evaporar el agua del jugo se debe usar un recipiente de superficie amplia en el que se vierte el jugo de yacón. Este recipiente es puesto en una fuente de calor (puede ser la llama de una cocina) y se deja evaporar el agua hasta conseguir la concentración de azúcares indicada **(Seminario et al., 2003)**.

El jarabe de yacón puede lograr un buen posicionamiento en el mercado de edulcorantes naturales con bajo contenido de calorías. Pruebas preliminares de degustación y aceptación del producto han mostrado que el jarabe tiene un mercado potencialmente grande de consumo. El jarabe también puede obtener un buen posicionamiento en la línea de productos nutracéuticos debido a que la legislación de varios países reconoce el efecto bifidogénico de los FOS y la relación que tienen con una mejor salud del tracto intestinal (Coussement 1999, citado por **Manrique et al., 2005**).

El proceso para la obtención de un jarabe de yacon rico en fructooligosacaridos se logra mediante el siguiente diagrama de flujo mostrado por **López (2005)**, quien indica que obtuvo un jarabe como una miel de sabor agradable, dulce y ligeramente ácido.

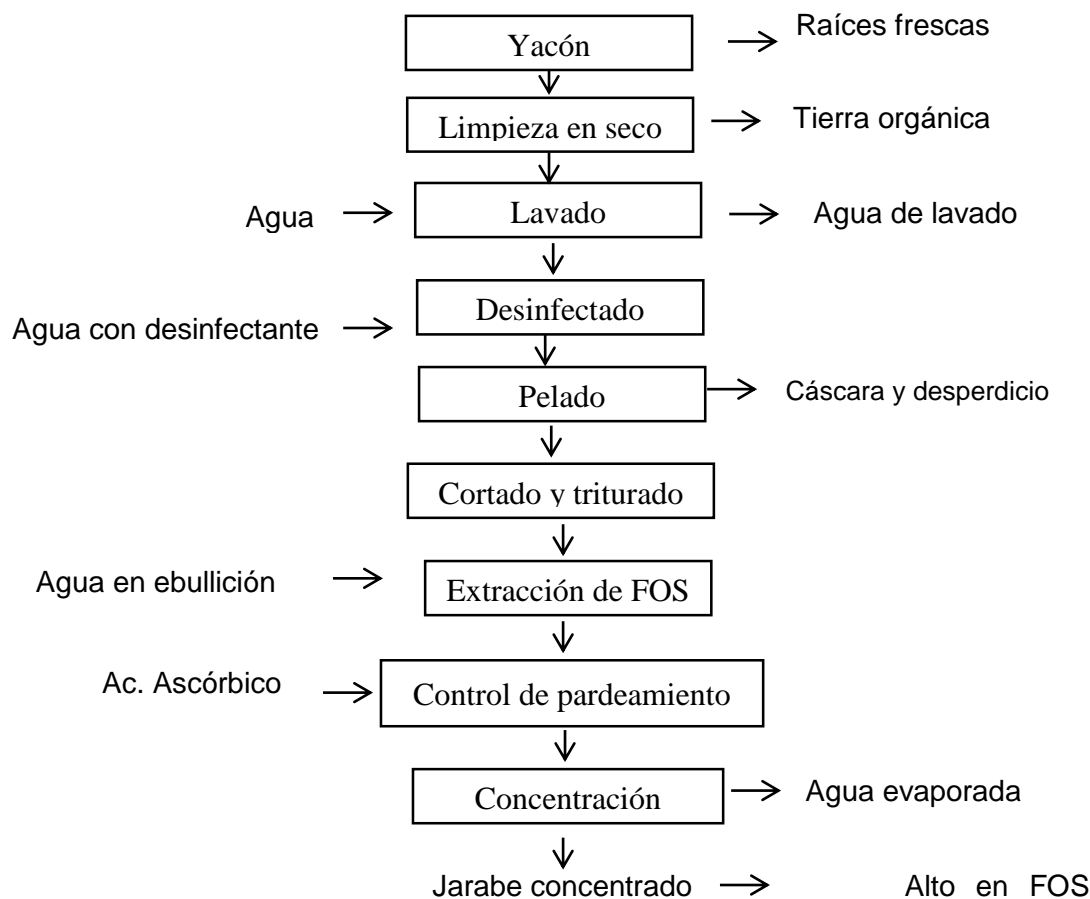


Figura 4. Diagrama de flujo de obtención de jarabe de yacón rico en FOS

Fuente: López (2005).

g. propiedades nutricionales del jarabe de yacón

Con el creciente aumento en la población de problemas de salud originados por el estrés, el sedentarismo, el alto consumo de carbohidratos, que conducen al aumento de peso corporal, el hombre está mirando al yacón (*S. sonchifolia*), radicalmente diferente, como una planta multipropósito, fuente de bajas calorías y de la fibra necesaria para satisfacer varios aspectos de los requerimientos de la vida moderna (Polanco, 2011).

- Debido a su reducida contribución calórica al organismo humano (hasta 40 a 50% menos calorías que la miel de abejas), el consumo de jarabe de yacón

puede ser recomendado a personas que desean bajar de peso y a personas con problemas de sobrepeso y obesidad.

- El alto contenido de fructooligosacarido (FOS) en el jarabe de yacón asegura una mejor salud del tracto gastrointestinal.
- Las bacterias formadoras de caries dentales son incapaces de metabolizar los FOS, por ello el consumo de jarabe de yacón, en comparación a la mayoría de edulcorantes, ayuda a reducir el riesgo de formación de caries en los dientes.
- Mejora la asimilación de calcio, ácido fólico y ciertas vitaminas del complejo B; reduce el nivel de colesterol y triglicéridos en la sangre; reduce el riesgo de desarrollar cáncer de colon y fortalece la respuesta del sistema inmunológico.
- Algunos estudios científicos han demostrado que el consumo de FOS no eleva el nivel de glucosa en sangre, incluso en personas con diabetes tipo 2.
- El jarabe de yacón podría ayudar a prevenir y aliviar problemas de estreñimiento **(Huanilo, 2010)**.

2.2.3. Barras energéticas

Barra energética es un suplemento dietético, consumido por los atletas y por aquellas personas sometidas a un intenso esfuerzo físico que necesiten incrementar su consumo de energía y que la alimentación normal, no la proporciona. Por su alto contenido de carbohidratos, son una buena alternativa para sustituir algunas de las comidas intermedias o golosinas. El consumo de la barra energética no presenta una limitación en edad y género, pero este producto se enfoca a personas que mantenga una actividad física moderada o alta, ya que si se excede de una dieta recomendada y con una actividad física ligera puede causar sobre peso y complicaciones de la salud, por la cantidad de kilocalorías que aportan **(Badillo, 2011)**. Las barras de cereales se define como un snack natural o snack dulce, hecho a base de frutas deshidratadas, y otros ingredientes

complementarios (**Bayas, 2010**). Son productos obtenidos a partir de la compresión de los cereales tostados que pueden contener frutos secos, oleaginosas, semillas y jarabes de azúcar usados como agentes ligantes, se constituyen en una opción de comida saludable (**Zenteno, 2014**).

a. Características técnicas de las barras energéticas

La matriz de cereales es la mezcla base de los productos en barra. Esta matriz está compuesta de una mezcla de piezas de cereales listos para el consumo y un sistema ligante para mantenerlos juntos. Tanto el desarrollo de la matriz de cereales como el método de elaboración del producto deben tener como objetivo la obtención de una barra con buena cohesión de ingredientes, adecuada textura, buenas características organolépticas y vida útil conveniente. La fase o mezcla seca de la barra de cereal puede incluir cualquier cereal listo para consumo o preparaciones de los mismos. Puede usarse avena, trigo, arroz, maíz, entre otros, solos o en combinaciones. En general las piezas de cereal pueden ser de cualquier tipo como laminado, inflado, copos, rallados, granola u otras formas adecuadas. Además se pueden incluir en la mezcla piezas de frutos deshidratados, frutos secos, fortificaciones, oleaginosas, semillas y jarabes de azúcar usados como agentes ligantes. El término “ligante” se refiere a compuestos comestibles aglutinantes que pueden presentarse como fluidos frente al calentamiento para que así las piezas de cereales sean fácilmente recubiertas por toda su superficie y ante el enfriamiento se presentan en condición de no fluidos, por lo cual actúan como “pegamento” para los ingredientes secos. Esta fase se encuentra en la matriz de cereales generalmente en un porcentaje de entre 30-60%. Se debe usar suficiente ligante para que las piezas de cereales puedan estar interconectadas y unidas como una sola estructura. El sistema ligante también puede actuar como medio de distribución de aditivos y compuestos a través de la matriz de cereales. Esta fase se compone preferentemente de

carbohidratos ligantes, que además añaden dulzor a la mezcla seca de cereales **(Calisto, 2009)**.

b. Proceso de elaboración de una barra energética

Para elaborar barras energéticas existen dos procesos; en el primer proceso se mezclan las materias primas y posteriormente se hornea y en el segundo proceso, los cereales son previamente tostados, para luego adicionar glucosa, en este proceso las características organolépticas de los cereales se alteran, desarrollando sabores y olores deseados por el consumidor **(Badillo, 2011)**.

Medina (2006), indica que el proceso de elaboración de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo centroamericano se desarrolla mediante el diagrama de flujo que se muestra en la figura 5. Las operaciones son las siguientes:

- **Mezcla de insumos sólidos:** se mezclan los insumos sólidos (granola, arroz, frijol) en un recipiente de acero inoxidable hasta homogenizar.
- **Mezcla ingredientes líquidos:** en una cacerola a fuego lento se disuelven los agentes aglutinantes (sirope, sucrosa) hasta obtener un fluido homogéneo.
- **Homogenización:** se vierten los ingredientes líquidos sobre la mezcla de cereales, se homogeniza durante 1 minuto. Se coloca en moldes.
- **Horneado:** se hornea por 20 minutos a 200 °C.
- **Corte:** se retira del horno, se corta en pedazos rectangulares de 10 cm de largo por 2 de ancho, con un peso aproximado de 24 gramos.
- **Empaque:** al enfriar, se empaca las barras en bolsas herméticamente.

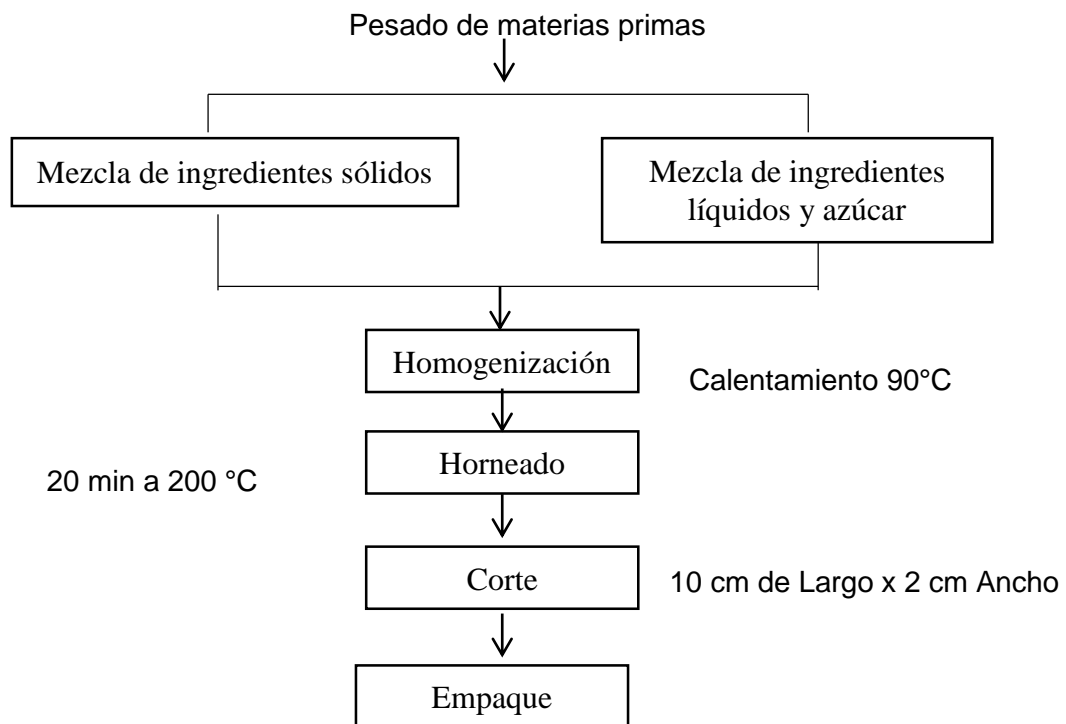


Figura 5. Diagrama de flujo de elaboración de una barra base de granola y frijol rojo

Fuente: Medina (2006).

Ochoa (2012), indica el proceso de elaboración de una barra energética a base de miel y avena-quinua, avena-amaranto, y para ello utilizó la formulación que se muestra en la tabla 9.

- Se pesan los ingredientes dependiendo el número de paradas a elaborar.
- Triturar nueces, pasas y uvilla deshidratada.
- En un recipiente se añaden las materias primas sólidas: avena, coco rallado, salvado, arroz crocante, pasas y nueces.
- Una olla de acero inoxidable se coloca en la hornilla a fuego alto.
- Se añaden la mantequilla y miel hasta derretirlas.
- Se agrega media cucharadita de esencia de vainilla. Mezclar hasta que se homogenice la mezcla y dejar a fuego bajo.
- Se incorporan las materias primas sólidas y a llama alta se mezclan hasta conseguir una masa compacta que se pueda moldear.

- La masa caliente se coloca en una lata para llenar los moldes.
- Se retira las barras del molde y se deja enfriar sobre las latas.
- Las barras frías se las empaca, se coloca la etiqueta y se guardan en cajas.

Tabla 9

Formulación de barras energéticas con avena - quinua y avena - amaranto

Ingredientes	Con avena y quinua	Con avena y amaranto
Margarina	10.40	10.40
Miel	24.96	24.96
Ajonjolí	4.16	4.16
Pasas	4.16	4.16
Nueces	4.16	4.16
Arroz crocante	14.56	14.56
Avena	10.40	10.40
Salvado de trigo	10.40	10.40
Uvilla deshidratada	4.16	4.16
Coco rallado	6.24	6.24
Quinua reventada	6.24	--
Amaranto reventado	--	6.24

Fuente: Ochoa (2012).

c. Componentes de las barras energéticas

Actualmente existen en el mercado un variado número de barras cuya composición posee múltiples ingredientes. Los cereales han sido el ingrediente básico para el desarrollo de nuevos productos. No obstante, existen otros ingredientes como las frutas deshidratadas y almendras que también han sido muy utilizadas en la elaboración de barras energéticas. Las barras presentes en el mercado incluyen una gran variedad de ingredientes que se incorporan con diferentes propósitos. Entre ellos: frutas secas (almendras, maní, avellanas), semillas (sésamo, lino), frutas deshidratadas (durazno, damasco, manzana, ciruela, pasas de uva), frutas tropicales (banano, piña), frutos del bosque

desecados (frutilla, frambuesa, cereza, mora), soya, chocolate negro o blanco, coco rallado, miel y gelatina (**Armas, 2012**). El sistema ligante también puede actuar como medio de distribución de aditivos y compuestos a través de la matriz de cereales, tales como fortificantes, vitaminas, aditivo funcionales, minerales, macronutrientes, aromatizantes, saborizantes, entre otros (**Calisto, 2009**).

La barra en sí generalmente contiene:

- Proteínas, aceites, sabores u otras inclusiones; y muchas veces se adicionan vitaminas y minerales.
- Otros carbohidratos y/o fibras para añadir volumen y/o reducir calorías.
- Una combinación de jarabes de azúcar y alcoholes de azúcar para mantener la actividad acuosa por debajo de 0.60, y con ello evitar problemas con hongos y bacterias y ayudar a mantener la textura de una barra suave durante su vida de anaquel.
- Glicerina, un ingrediente común en todas las barras altas en proteínas, ayuda a reducir la actividad acuosa, mantiene la masa flexible y menos pegajosa y ayuda a mantener la suavidad de la barra durante su vida de anaquel (**Ruiz, 2016**).

Los principales macronutrientes que se pueden encontrar en una barra de frutas (EUFIC 2005, citado por **Ravello y Da silva, 2005**).son:

- **Grasas.** Las grasas y los aceites son sustancias oleaginosas, grasientas o cerosas, más ligeras que el agua e insolubles en ella. La diferencia entre grasas y aceites radica en que las grasas son sólidas a temperatura ambiente, mientras que los aceites son líquidos y sólo se solidifican a temperaturas más bajas. Además, las grasas son importantes en la dieta como fuente de energía, ya que producen 9 kcal por gramo.

- **Proteínas**, son el resultado de las distintas combinaciones entre veinte aminoácidos distintos, compuestos a su vez por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y, a veces, azufre. En la molécula proteica, estos aminoácidos se unen en largas hileras (cadenas polipeptídicas) mantenidas por enlaces peptídicos, que son enlaces entre grupos amino (NH₂) y carboxilo (COOH). El número casi infinito de combinaciones en que se unen los aminoácidos y las formas helicoidales y globulares en que se arrollan las hileras o cadenas polipeptídicas, permiten explicar la gran diversidad de funciones que estos compuestos desempeñan en los seres vivos.
- **Carbohidratos**, se presentan en forma de azúcares, almidones y fibras, y son uno de los tres principales macronutrientes que aportan energía al cuerpo humano (los otros son la grasa y las proteínas). Actualmente está comprobado que al menos el (55%) de las calorías diarias que ingerimos deberían provenir de los carbohidratos. Además, los carbohidratos aportan 4 Kcal (kilocalorías) por gramo de peso seco.
- **Cenizas**, residuo sólido de la combustión. A todos los componentes inorgánicos de los alimentos se les llama colectivamente ceniza, aunque algunos de ellos se volatilizan al quemar los alimentos. Esta ceniza contiene los minerales esenciales para el mantenimiento de la vida, siendo los más importantes: calcio, cloro, yodo, hierro, fósforo, potasio, sodio y azufre.

Tabla 10.*Composición nutricional de barras energéticas en (100 g).*

Composición	Cantidad
Energía (Kcal)	392
Carbohidratos (g)	78
Proteínas (g)	8
Fibra (g)	1.5
Grasas (g)	5
Sodio (mg)	0.45
Hierro (mg)	11
Vitamina B1 (mg)	1.1
Vitamina B2 (mg)	1.3
Vitamina B3 (mg)	15
Vitamina B12 (mg)	0.05

Fuente: Vegaffinity (2016).

2.3. Definición de términos

Barra energética

Son productos obtenidos a partir de la compresión de cereales tostados que pueden contener frutos secos, oleaginosas, semillas y jarabes de azúcar usados como agentes ligantes; constituyen en una opción de comida saludable.

Sacha inchi

Semilla que pertenece a las oleaginosas, sus frutos están formados por cuatro lóbulos algunos presentan hasta siete. Son de color verde y marrón negruzco al madurar, internamente se encuentran unas semillas ovaladas de color marrón oscuro y dentro de éstas se encuentran las almendras cubiertas por una película blanquecina.

Omeegas

Son los denominados ácidos grasos esenciales, son grasas poliinsaturadas que desempeñan funciones muy importantes en la salud y vitalidad de nuestro organismo. Principalmente existen dos grupos de ácidos grasos esenciales denominados omega-3 y 6.

Yacón

Planta perenne que tradicionalmente se cultivan en la parte norte y central de los andes, tiene un ligero sabor resinoso, gusto que tal vez se deba a la inulina. Las raíces están compuestas principalmente de agua y fructooligosacarido.

Jarabe de yacón

Es un cocentrado denso y dulce que se obtiene al evaporar suficientemente agua del jugo de yacón, de tal modo que la concentración de sólidos solubles (azúcar) se eleve hasta un valor aproximado de 70%.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Es factible determinar el efecto de la harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón en las características funcionales de la barra energética.

2.4.2. Hipótesis específicos

- Es factible establecer los parámetros tecnológicos en la formulación de barra energética y funcional utilizando harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

- Las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de la barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón son aceptables.
- La cantidad de omega 3, 6, 9 y de fructooligosacaridos presente en la barra energética funcional con harina desengrasada sachá inchi y jarabe de yacón, es significativa.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

A: Proporción de harina desengrasada de sachá inchi

A1: 5%

A2: 10%

A3: 15%

B: Cantidad de jarabe de yacón

B1: 15 %

B2: 20 %

2.5.2. Variable dependiente

- Análisis sensorial: olor, color, textura, sabor y apariencia general.
- Contenido de Omega 3, 6 y 9
- Contenido de fructooligosacaridos

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Aplicado

3.2. Método de investigación

Experimental

3.3. Diseño de investigación

Experimento puro.

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

El presente trabajo de investigación se realizó en el taller de frutas y hortalizas y laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Filial la Merced; planta piloto agroindustrial, Instituto de Investigación Agroindustrial y el laboratorio de análisis y composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa – Chimbote; laboratorio COLECBI S.A.C. – Chimbote; laboratorios del IBT Biotecnología Industrial y Bioprocesos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.4.1. Materia prima

- Semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) variedad sachá maní CATIO-2, procedente del Distrito de Pichanaki. Región Junín.
- Raíces de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) variedad anaranjada, procedente de la Provincia de Tarma. Región Junín.

3.4.2. Insumos

- Kiwicha expandida (*Amaranthus caudatus*) procedente de la provincia de Huancayo. Región Junín.

- Piña osmodeshidratada (*Ananas comosus*) procedente del distrito de Pichanaki.
- Coco rallado (*Cocos nucifera*) procedente del distrito de Pichanaki
- Pasas
- Glucosa (Montana S.A.).
- Ácido ascórbico (E - 300).
- Granos partidos desengrasados de sachá inchi

3.4.3. Equipos

- Balanza analítica marca Digiweigh capacidad 0.01 – 100 g
- Balanza digital de precisión modelo ESJ-210-4. 0.1 – 500 g
- Refractómetro portátil, rango 0 – 90. Modelo 2340 HSR-500. Marca Atago
- Brixometro digital, rango de 0-80. Modelo J157. Marca Rudolph Research.
- Molino de disco. Marca corona. Material hierro fundido revestido con estaño
- Prensa hidráulica manual de 6 Toneladas
- pHmetro digital. Modelo pentype pH meter marca Pometer.
- pHmetro digital. Modelo A211. Marca Orión Start.
- Selladora. Modelo SF-300S, Marca SAMWIN, 220 V, 40 cm de sellado
- Horno rotativo eléctrico semi industrial. Marca Nova - Max 1000
- Cocina industrial, marca CAPCIA a gas.
- Licuadora industrial.
- Refrigeradora Modelo RT32YNPN. Marca Samsung.

3.4.4. Materiales

- Moldes de acero inoxidable para las barras energéticas
- Termómetro escala de -20 a 250 °C.
- Cronómetro.
- Mesa de trabajo de acero inoxidable
- Ollas de acero inoxidable
- Paletas de madera
- Probetas, vasos de precipitación y otros materiales de vidrio
- Cuchillos de acero inoxidable
- Cucharas, cucharón de madera
- Papel manteca
- Jarra medidora
- Colador de metal
- Embudos de vidrio
- Frascos de vidrio
- Bolsas de polipropileno de alta densidad
- Recipientes de acero inoxidable para lavado y procesado de las muestras
- Otros.

3.5. Técnica de procesamiento y análisis de datos

El presente trabajo de investigación se realizó en dos etapas. Primera etapa: obtención de harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón. Segunda etapa: elaboración de las barras energéticas.

3.5.1. Primera etapa

a. Obtención de harina desengrasada de sachá inchi

La obtención de harina desengrasada de sachá inchi, se realizó de acuerdo al diagrama de flujo que se muestra en la figura 6. La descripción de los procesos para la obtención de harina desengrasada es como sigue:

Recepción: Se recibieron semillas de sachá inchi, los cuales se encontraban envasados en bolsas de polipropileno de ½ kg selladas.

Pesado: Se pesaron para determinar rendimiento, se usó balanza digital.

Selección: Se descartó semillas en mal estado no aptas para el proceso.

Descascarillado: Se eliminaron las cáscaras y se obtuvieron las almendras (granos), proceso que se realizó en forma manual, quebrando las semillas y separando las cáscaras de las almendras.

Prensado: Se llevó a cabo con la finalidad de desengrasar los granos, separando el aceite, para ello se utilizó una prensa hidráulica manual.

Tostado: Los granos desengrasados se tostaron en una paila a una temperatura de 95°C por un tiempo de 5 minutos, con la finalidad de no afectar el color y sabor.

Molienda: Se pasaron por un molino de discos con una primera pasada gruesa, se separó parte de éstos granos semi molidos (granos partidos desengrasados tostados) y la otra parte se procedió a realizar otra molienda hasta obtener partículas finas de harina de sachá inchi.

Envasado: La harina desengrasada y los granos partidos desengrasados tostados se envasaron en bolsas plásticas de polipropileno por separado hasta su posterior uso en las barras energéticas.

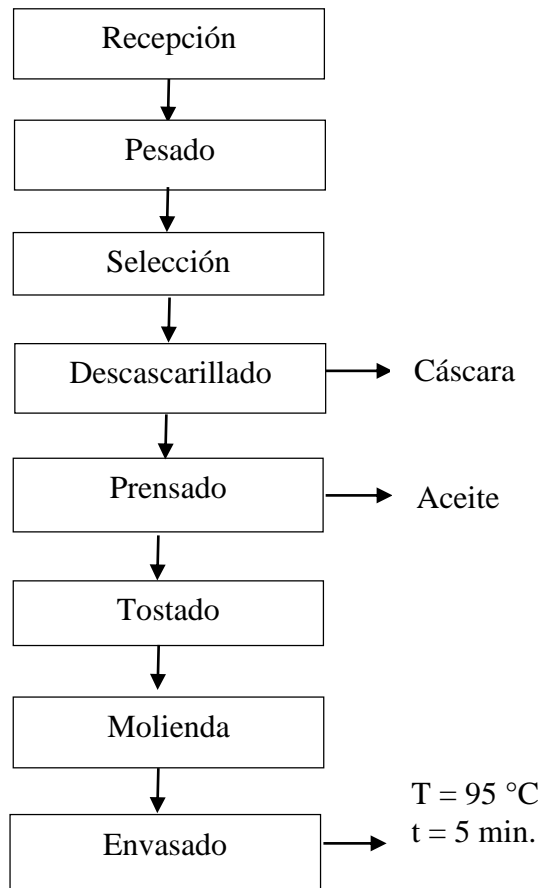


Figura 6. Diagrama de flujo para la obtención de harina desengrasada de sachá inchi

b. Obtención del jarabe de yacón

La obtención de jarabe de yacón, se realizó de acuerdo al diagrama de flujo que se muestra en la figura 7. La descripción de los procesos para la obtención de jarabe de yacón es como sigue:

Recepción y selección del yacón: Se adquirieron raíces de yacón turgentes y de buena calidad, se separaron aquellas con presencia de pudrición y mal estado.

Pesado: Con la finalidad de determinar rendimiento, se utilizó una balanza analítica.

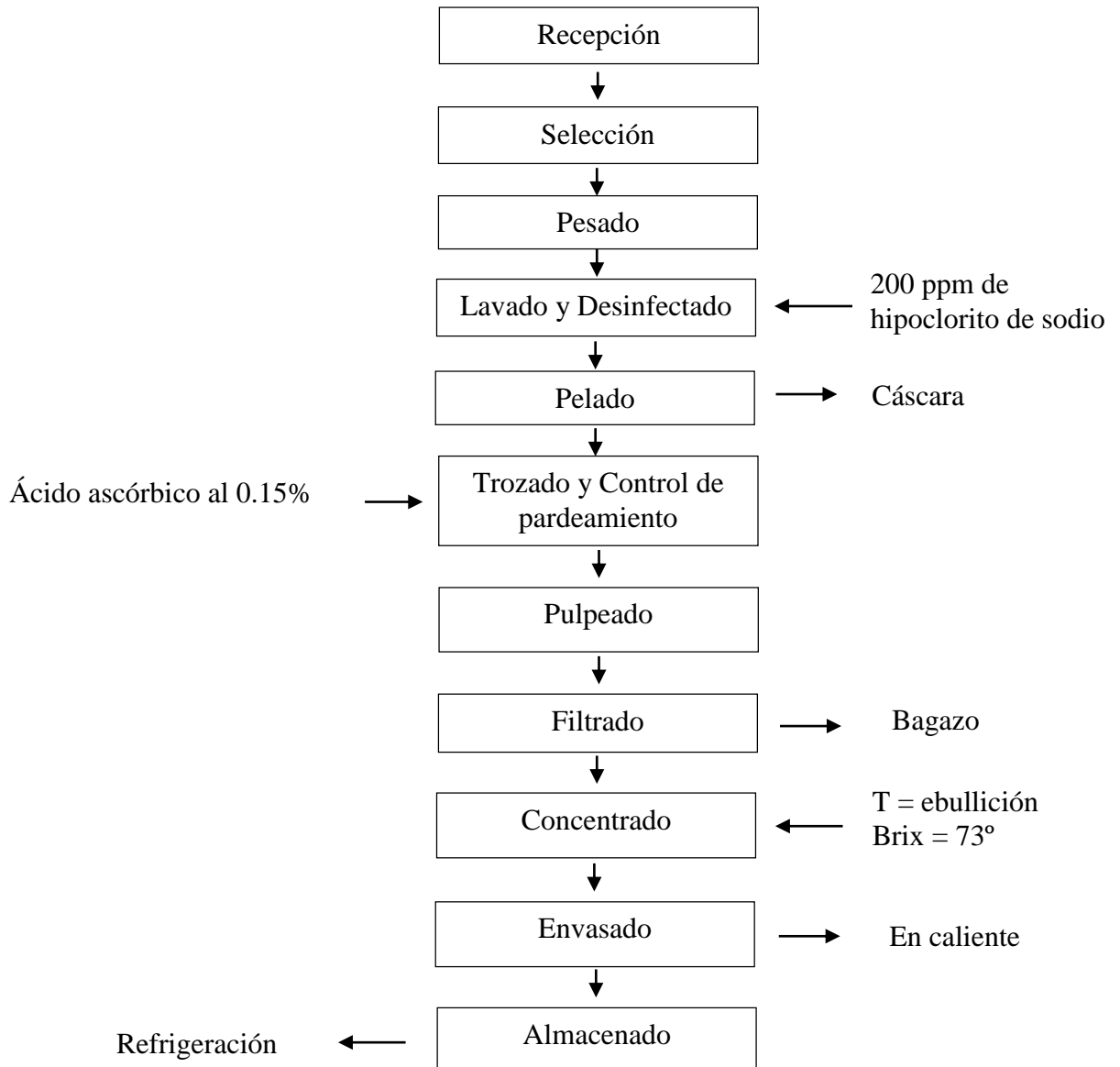


Figura 7. Diagrama de flujo para la obtención de jarabe de yacón.

Lavado: Se lavó con agua, restregando cuidadosamente cada una de las raíces para eliminar la tierra adherida a la superficie de las raíces, luego se sumergieron en una solución desinfectante de 200 ppm de hipoclorito de sodio concentrado al 5% durante 5 minutos.

Pelado y trozado: Se realizó en forma manual utilizando cuchillos de acero inoxidable, después de pelar se trozo y sumergieron en agua acidificada con ácido ascórbico de 0.15 % (1.5 gr/L) para retardar el pardeamiento (Torres *et al.*, 2002).

Pulpeado: Se realizó en una licuadora industrial, hasta obtener un jugo homogéneo.

Filtrado: Se realizó a través de un tamiz con la finalidad de separar la fibra o bagazo del jugo.

Concentrado: Se eliminó el agua hasta alcanzar una concentración de sólidos solubles de 73 °Brix, medida que se realizó utilizando un Brixómetro, se trabajó a temperatura de ebullición.

Envasado: El jarabe se envasó en caliente en frascos de vidrio y se selló herméticamente hasta su posterior uso durante la investigación y su posterior análisis.

3.5.2. Segunda etapa

La elaboración de las barras energéticas, utilizando harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón, se realizó de acuerdo al siguiente diagrama de flujo que se muestra en la figura 8. La descripción del proceso para la obtención de las barras energéticas es como sigue.

Pesado: Se pesaron los insumos: kiwicha expandida, piña osmodeshidratada, granos partidos desengrasados tostados de sachá inchi, pasas, coco rallado, glucosa, y los insumos en estudio: harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

Mezclado: Los insumos secos como kiwicha expandida, pasas, piña osmodeshidratada, coco rallado y granos partidos desengrasados tostados de sachá inchi, y la harina desengrasada de sachá inchi, se mezclaron en un recipiente, por otro lado los insumos semilíquidos como el jarabe de yacón y la glucosa se diluyeron mediante baño maría a una temperatura de 55 – 60°C.

Homogenizado: Ambos insumos secos y semilíquidos se mezclaron a temperatura de 70 - 80 °C por un tiempo de 2 minutos, en constante agitación hasta homogenizar y ligar la mezcla.

Moldeado: La masa caliente se colocó en los moldes rectangulares, previamente enharinada, extendiéndola de manera homogénea.

Horneado: Se horneó por tiempo de 12 minutos a temperatura de 155 °C.

Enfriado: Se realizó a temperatura ambiente las barras en forma rectangulares con las siguientes medidas: 7.5 cm de largo x 3.5 cm de ancho con un peso aproximado de 22 g.

Envasado: Las barras frías y desmoldadas se envasaron individualmente en bolsas de polipropileno de alta densidad para una adecuada conservación del producto.

Almacenamiento: El producto final, etiquetado de acuerdo a cada tratamiento, se almacenó en un lugar fresco, seco y libre de cualquier contaminación.

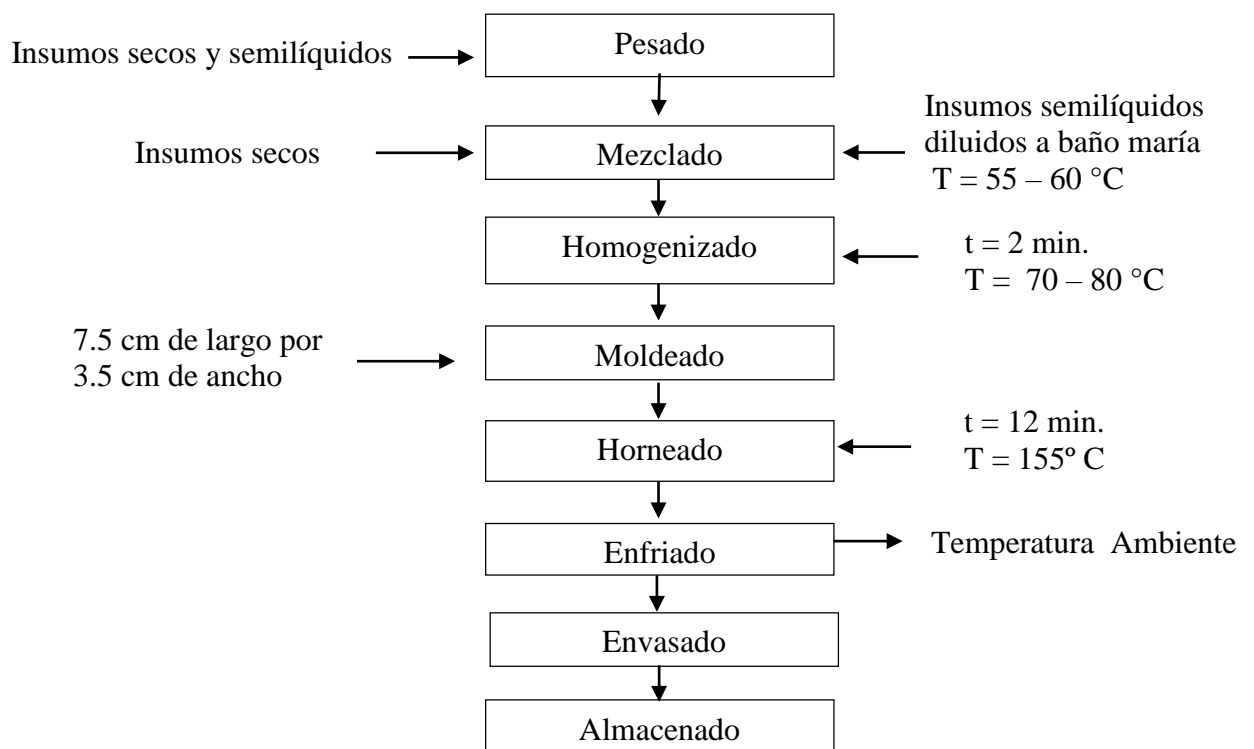


Figura 8. Diagrama para elaboración de la barra energética

3.5.3. Formulación de los tratamientos

Se ensayaron seis formulaciones (y un testigo) variando los porcentajes de harina desengrasada de sachá inchi en 5, 10 y 15% en reemplazo de la kiwicha expandida, y variando los porcentajes de jarabe de yacón en 15 y 20% en reemplazo de la glucosa.

Tabla 11

Formulación para la elaboración de barras energéticas con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
Harina desengrasada de sachá inchi	5	5	10	10	15	15	--
Jarabe de yacón	15	20	15	20	15	20	--
Kiwicha expandida	40.14	40.14	35.14	35.14	30.14	30.14	51.86
Glucosa	17.38	12.38	17.38	12.38	17.38	12.38	32.38
Coco rallado	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97
Pasas	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97
Piña osmodeshidratada	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82
Granos partidos desengrasados tostados de sachá inchi	6.72	6.72	6.72	6.72	6.72	6.72	--

Fuente: Elaboración propia.

Las proporciones de harina desengrasada de sachá inchi y la cantidad de jarabe de yacón fueron las variables en estudio.

3.5.4. Distribución de los tratamientos

Los tratamientos en estudio fueron dos factores, un factor fue la proporción de harina desengrasada de sachá inchi que se va a añadir a las barras energéticas reemplazando la kiwicha expandida, se trabajó tres proporciones: 5, 10 y 15% y el otro factor es la cantidad de jarabe de yacón añadido en reemplazo de la glucosa, se trabajó con dos cantidades: 15 y 20%.

Tabla 12

Distribución de los tratamientos

Factor A Harina desengrasada de sachá inchi	Factor B Jarabe de yacón	Tratamientos
5%	15%	T1
	20%	T2
10%	15%	T3
	20%	T4
15%	15%	T5
	20%	T6

Fuente: Elaboración propia.

3.5.5. Controles realizados

a. En la materia prima

- **En las semillas de sachá inchi:**

Características morfológicas

- ✓ Largo, ancho, espesor mediante mediciones con micrómetro (vernier).
- ✓ Peso con balanza analítica.
- ✓ Color visualmente.

Rendimiento

- ✓ Por peso con balanza analítica.

Composición químico proximal de la harina desengrasada de sachá inchi

- ✓ **Humedad:** Método gravimétrico. NTP 205.002:1979. **(UNS, 2017).**
- ✓ **Proteína:** Método kjeldahl. NTP 205.005:1979. **(UNS, 2017).**
- ✓ **Grasa:** Métodos soxhlet. NTP 205.006:1979. **(UNS, 2017).**
- ✓ **Fibra:** Método gravimétrico. NTP 205.003:1980. **(UNS, 2017).**
- ✓ **Ceniza:** Método gravimétrico. NTP 205.004:1979. **(UNS, 2017).**

✓ **Carbohidratos:** Por diferencia.

Contenido de ácidos grasos de la harina desengrasada de sachá inchi: Método AOAC Oficial Method 991.39 (UNS, 2017).

- **En el jarabe de yacón**

Características fisicoquímicas del jarabe de yacón

✓ **pH.** Por medio de un pH-metro a una temperatura de 20°C.

✓ **°Brix.** Mediante un brixómetro digital.

Rendimiento

✓ Por peso con balanza analítica.

Determinación de cantidad de fructooligosacaridos. Método adaptado de LAURA et al., 2001. **(UNALM, 2016).**

b. Control durante el proceso

- Temperatura y tiempo de horneado.

c. Análisis sensorial

Los seis tratamientos fueron evaluados sensorialmente en los atributos siguientes: olor, color, textura, sabor y apariencia general mediante una escala hedónica de 7 puntos, utilizándose veinte panelistas semi entrenados **(Ureña et al., 1999)**. La ficha utilizada para el análisis sensorial se muestra en el anexo 1.

d. Control en el producto final

Análisis químico proximal

- **Humedad:** Método gravimétrico. NTP 205.002:1979 **(LAB. COLECBI, 2016).**
- **Proteína:** Método UNE- EN ISO 5983-2. Parte 2. 2006. **(LAB. COLECBI, 2016).**
- **Grasa:** Métodos UNE 64021. 1970. **(LAB. COLECBI, 2016).**
- **Fibra:** Métodos gravimétrico. NTP 205.003:1980. **(LAB. COLECBI, 2016).**
- **Ceniza:** Métodos gravimétrico. NTP 205.004:1979. **(LAB. COLECBI, 2016).**
- **Carbohidratos:** Por diferencia.

Prueba de índice de peróxido

Según NTP 209.006: 1968. **(UNS, 2016).**

Análisis de la Composición de ácidos grasos:

Se determinó mediante el método AOAC Oficial Method 991.39 **(UNS, 2017)**

Análisis de fructooligosacaridos:

Método adaptado de LAURA et al., 2001. **(UNALM, 2016).**

Cálculo del aporte calórico de la barra energética

Se realizó mediante la fórmula indicada por **(RAMOS 2011).**

$$\text{Kcal} = (\text{g carbohidratos} + \text{g proteína}) \times 4 + (\text{g grasa} \times 9)$$

Análisis microbiológico

- **Mohos y levaduras:** Método ICMSF. 2000. (LAB. COLECBI, 2016).
- **Recuento de estafilococos:** Método ISO 6888-1. 1999. (LAB. COLECBI, 2016).
- **Bacillus cereus.** Método ICMSF. 2000. (LAB. COLECBI, 2016).
- **Salmonella.** Método UNE- ISO 6579. 2003. (LAB. COLECBI, 2016).

3.6. Tratamiento estadístico

Se trabajó con los resultados provenientes de la evaluación sensorial de las barras energéticas con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón, en sus cinco atributos de olor, color, textura, sabor y apariencia, utilizándose el diseño de bloque completo al azar (DBCA) como menciona **Calzada (1991)**, con arreglo factorial de 3 x 2 para determinar la existencia o no de diferencias entre tratamientos. En los análisis que existieron diferencias significativas se realizó la prueba de tukey al 5%.

$$Y_{ijk} = U + P_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable dependiente o respuesta individual

U = Media general

P_i = Efecto de los panelistas

A_j = Efecto de la proporción de harina desengrasada de sachá inchi ($j = 1, 2, 3$)

B_k = Efecto de la cantidad de jarabe de yacón añadido ($k = 1, 2$)

AB_{jk} = Efecto de la interacción de los factores A y B

E_{ijk} = Error experimental

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Características en la materia prima

4.1.1. Características morfológicas de las semillas de sachá inchi

Las características morfológicas de las semillas y de la almendra de sachá inchi utilizadas como materia prima para la obtención de la harina desengrasada se realizaron mediante análisis físicos que se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 13

Características morfológicas de las semillas de sachá inchi

Procedencia	Pichanaki
Características	Promedio
Largo (cm) (Diámetro longitudinal)	1.69
Ancho (cm) (diámetro ecuatorial)	1.85
Espesor (cm)	0.8
Peso (g)	1.39
Color	Marrón

Valor promedio de 20 semillas tomadas al azar

Fuente: Elaboración propia

El largo promedio registrado en las semillas enteras de sachá inchi se muestra en la tabla 13, se observa que el largo (diámetro longitudinal) es de 1.69 cm en promedio, medida por debajo a lo reportado por **Sihuayro (2014)**, que reporta un promedio de 2.07 cm de sus semillas procedentes de Ayacucho y por **Betancourth (2013)**, quien reporta 2.0 cm de promedio de semillas proceden del Departamento de Putumayo - Colombia; pero similar a lo reportado por **Aire y**

Taipe (2011), quienes reportan un promedio de 1.6 cm de largo de procedencia de Perené – Perú.

Respecto al ancho (diámetro ecuatorial) nuestras muestras presentan un promedio de 1.85 cm, por encima a lo reportado por **Sihuayro (2014)**, que reporta un promedio de 1.72 cm de sus semillas procedentes de Ayacucho, pero similar a lo reportado por **Aire y Taipe (2011)**, quienes reportan un promedio de 1.9 cm de sus semillas procedentes de Perené – Perú.

El espesor de 0.8 cm y el peso de 1.39 g en promedio difieren a lo reportado por **Betancourth (2013)**, quien reporta 0.95 cm en promedio de espesor y 1.2 g de peso, semillas proceden del Departamento de Putumayo - Colombia; pero similar a lo reportado por **Aire y Taipe (2011)**, quienes reportan un promedio de 0.8 cm de espesor y 1.35 g de sus semillas procedentes de Perené – Perú; y por **Sihuayro (2014)**, con un promedio de 0.89 cm de espesor y 1.38 g de sus semillas procedentes de Ayacucho.

En cuanto al color marrón observado en nuestras semillas guarda relación con lo reportado por **Betancourth (2013)**, **Aire y Taipe (2011)** y **Valles (2012)**, quienes concuerdan que el color de la cáscara de las semillas de sachá inchi son de un color marrón, indicando además que el tamaño y peso de las semillas es muy variable y depende de las características de la variedad, del clima, suelo, cultivo, entre otros, por lo que las semillas utilizadas en esta investigación según sus características cumplen con los parámetros para su posterior proceso.

4.1.2. Características morfológicas de las almendras de sachá inchi

Las características morfológicas de las almendras de sachá inchi tomadas al azar se muestran a continuación.

Tabla 14

Características morfológicas de las almendras de sachá inchi

Procedencia	Pichanaki
Características	Promedio
Largo (cm) (Diámetro longitudinal)	1.24
Ancho (cm) (diámetro ecuatorial)	1.39
Espesor (cm)	0.53
Peso (g)	0.89
Color	Crema

Valor promedio de 20 semillas tomadas al azar

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se presentan los promedios de las medidas de largo 1.29 cm y ancho 1.39 cm de las almendras de sachá inchi, resultados que guardan relación con los datos obtenidos por **Aire y Taipe (2011)**, donde reportan el largo promedio 1.23 cm y ancho de 1.36 cm, pero por debajo a lo reportado por **Betancourth (2013)** ya que encontraron que sus almendras tenían un promedio de ancho de 1.80 cm.

Las almendras presentan un espesor de 0.53 cm y un peso de 0.89 g en promedio, valores que difieren a lo presentado por **Aire y Taipe (2011)** que informan un espesor de 0.45 cm y 1.10 g de peso, de igual modo a lo reportado por **Betancourth (2013)** que informa un espesor mayor al nuestro de 0.76 cm, pero un peso similar de 0.8 g.

En cuanto al color de nuestras almendras, tanto **Betancourth (2013)** como **Aire y Taípe (2011)** coinciden con lo observado por nosotros, indicando un color crema para todos los casos.

Zúñiga (2010) señala que para poder utilizar el "sacha inchi" es necesario eliminar la cubierta o cáscara de la semilla y dejar al descubierto la almendra, que es la parte comestible. El descascarado de la almendra es una labor minuciosa, pues hay que hacerlo con mucha paciencia y delicadeza, de lo contrario no se obtendrá una almendra entera. Una de las formas de obtenerla es golpeando suavemente la semilla con un tenedor u otro cubierto, de tal manera que facilite el descascarado manual; otra forma de obtenerla es presionando la semilla con un alicate, esta labor se hace semilla por semilla; labor realizada en nuestra investigación. Podemos mencionar que las almendras de sacha inchi utilizadas en la investigación se encontraron en condiciones adecuadas en comparación con **Aire y Taípe (2011)**, pero diferentes con los demás autores, esto puede atribuirse a la alta diversidad genética de sacha inchi, los cambios climáticos y geográficos, tiempo, temporada de cosecha, almacenamiento y lugar de crecimiento.

4.1.3. Rendimiento en la obtención de harina desengrasada de sacha inchi

Para determinar el rendimiento se realizó mediante la toma de pesos en cada una de las operaciones, obteniéndose los resultados en gramos y en porcentajes los cuales se detallan en la tabla 15.

Tabla 15*Rendimiento de la harina desengrasada de sachá inchi*

Operación	Peso	Salida	Pérdidas		Rendimiento
	(kg)		Kg	%	por proceso %
Pesado	6.00	6.00	00	00	100
Selección	6.00	5.98	0.02	0.3	99.7
Descascarillado	5.98	4.0	1.98	33	66.7
Prensado	4.00	2.93	1.07	17.66	49.02
Tostado	2.93	2.76	0.17	2.8	46.22
Molienda	2.76	2.39	0.37	6.2	40.02
Envasado	2.39	2.36	0.03	0.5	39.52

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un rendimiento de 39.52% en la obtención de harina desengrasada a partir de las semillas de sachá inchi, pero no existe antecedentes sobre el porcentaje de rendimiento de harina desengrasada con las operaciones realizadas en nuestro estudio; respecto a las características del rendimiento durante la operación de descascarillado si existe información y podemos considerar que esta operación en la que el 66.7% es el rendimiento de almendra se encuentra dentro de los rangos mencionado por **Proaño (2015)** que durante una entrevista indicó que de 50 kilos de semillas, el 64% representa la almendra y el 36% restante corresponde a la cáscara, y **Betancourth (2013)** señala que el rendimiento de almendra es de 67 – 79.7%.

La extracción de aceite de las semillas de sachá inchi se realizó con una prensa hidráulica, la operación se hizo en frío y se extrajo un aproximado de 17.66% de aceite, esto se realizó con la finalidad de no alterar la composición fisicoquímica

de la torta desengrasada de sachá inchi de la que se obtuvo la harina desengrasada para la elaboración de las barras energéticas funcionales.

4.1.4. Composición químico proximal de la harina desengrasada de sachá inchi.

Luego de desengrasar las almendras de sachá inchi se realizó el análisis químico proximal.

Tabla 16.

Composición químico proximal de la harina desengrasada de sachá inchi

Componente (%)	Harina desengrasada de sachá inchi	Torta de sachá inchi (*)
Humedad	7.52	0.69
Proteína	53.3	58.7
Grasa	9.78	6.90
Fibra	9.62	17.20
Ceniza	4.45	8.65
Carbohidratos	15.33	7.90

(*) Ruiz et al. (2013).

Fuente: UNS (2017).

Los resultados del análisis de composición de la harina desengrasada de sachá inchi se presentan en la tabla 16. Como se puede observar, la harina obtenida después del proceso de extracción del aceite de sachá inchi por método de prensado en frío contiene alta cantidad de proteína (53.3%) y grasa (9.78%) en base seca, y surge como una alternativa de la torta de soja en la elaboración de alimentos concentrados.

4.1.5. Contenido de ácidos grasos de la harina desengrasada de sachá inchi

Se realizó el análisis de contenidos de ácidos grasos tanto a la harina desengrasada de sachá inchi y de la torta.

Tabla 17

Ácidos grasos presentes en la harina desengrasada de sachá inchi

Ácidos grasos (%)	Harina desengrasada de sachá inchi	Torta de sachá inchi (*)
Ácido mirístico	1.399	--
Ácido palmítico	4.989	4.5
Ácido oleico (cis-9)	8.182	10.5
Ácido linoleico (cis-9,12)	33.840	36.0
Ácido linolénico (cis-9,12,15)	51.682	47.1

(*) Ruiz et al. (2013).

Fuente: UNS (2017).

La tabla 17 muestra que los resultados promedios del análisis del contenido de ácidos grasos en la harina desengrasada de sachá inchi (ver anexo 4) difieren al contenido de ácidos grasos presentes en la torta de sachá inchi. **Ruiz et al. (2013)** indica que el aceite de sachá inchi es una fuente importante de la n-3 linolénico y n-6 ácido linoleico, que son importantes en la prevención de enfermedades coronaria e hipertensión, que muestra un efecto hipocolesterolémico cuando se usan como complementos alimenticios. Los valores encontrados en esta investigación en cuanto al porcentaje de ácidos grasos difieren en algunos componentes, esto puede atribuirse a la alta diversidad genética de sachá inchi, los cambios climáticos y geográficos, tratamientos durante la cosecha de semillas: tiempo, temporada, almacenamiento, lugar de crecimiento y los métodos de extracción.

4.1.6. Características fisicoquímicas del zumo y jarabe de yacón

Los resultados de las mediciones de pH y sólidos solubles del jugo o zumo y del jarabe de yacón se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18.

Características fisicoquímicas en zumo y jarabe de yacón.

Ensayo	En el zumo	En el jarabe
pH	6.5	5.59
Sólidos solubles (°Brix)	9	73

Fuente: Elaboración propia

El pH en el zumo de yacón fue de 6.5 y de los sólidos solubles de 9, valores similares a lo reportado por **Coronado (2013)** que muestra valores de 6.58 de pH y 8.6 de sólidos solubles en sus muestras de raíz de yacón recolectadas en el Departamento de Amazonas, Provincia de Utcubamba; pero difiere con lo reportado por **Chávez (s.f.)** que obtuvo un pH de 5.5 y sólidos solubles 11 estas variaciones pueden deberse a diferencias en el estado de madurez y zona geográficas de procedencia de sus raíces que provinieron de Departamento Piura, provincia de Huancabamba; otro aspecto a considerar es la perecibilidad de esta raíz; estudios han demostrado que luego de la cosecha las raíces empiezan un rápido proceso de cambio en la composición química: los FOS son hidrolizados en azúcares simples por la acción de la enzima fructanohidrolasa, que los convierte en fructosa, sacarosa y glucosa (**Inga et al. 2015**).

Con respecto al jarabe de yacón los valores encontrados de pH 5.59 y sólidos solubles 73, son similares a los indicados por **Manrique et al. (2005)** quienes caracterizando su jarabe, presenta una concentración de sólidos solubles igual a $73 \pm 1^\circ$ Brix y un pH de entre 4.2 y 5.8, indicando que se debe evitar que se

descienda el pH por debajo de 4 para impedir que los FOS se conviertan en azúcares simples durante el almacenamiento.

Seminario et al. (2005) indica que el jarabe de yacón se logra evaporando el agua del jugo de yacón de tal modo que la concentración de sólidos solubles se eleve hasta un aproximado de 70%, se realiza un filtrado al pre jarabe y se vuelve a realizar un concentrado llegando a 73 °Brix; en el momento del envasado y para prevenir el desarrollo de microorganismos, éste debe hacerse a una temperatura superior a 85 °C. Durante el proceso de obtención del jarabe de yacón se realizaron dichas operaciones lográndose un jarabe con buenas características sensoriales apto para su consumo, con un pH de 5.59 que nos garantiza el contenido de FOS.

4.1.7. Rendimiento en la obtención de jarabe de yacón

El jarabe de yacón se extrajo de las raíces siguiendo las operaciones que se indican a continuación y mediante pesadas se realizó el rendimiento de miel o jarabe.

Tabla 19*Rendimiento en el jarabe de yacón*

Operación	Peso	Salida	Pérdidas		Rendimiento
	(kg)		kg	%	por proceso %
Recepción	15.17	15.17	00	00	100
Selección	15.17	15.00	0.17	1.1	98,9
Pesado	15.00	15.00	00	00	98.9
Lavado y desinfectado	15.00	14.93	0.07	0.5	98.4
Pelado	14.93	12.68	2.25	15	83.6
Trozado y control de pardeamiento	12.68	12.68	00	00	83.6
Pulpeado	12.68	12.23	0.45	3	80.6
Filtración	12.23	10.81	1.42	9.4	71.2
Concentración	10.81	1.39	10.42	62	9.2
Envasado	1.39	1.24	0.15	1	8.2

Fuente: Elaboración propia

Para el lavado de las raíces se usó agua corriente y luego fueron sumergidas en agua con una solución desinfectante de 200 ppm de hipoclorito de sodio concentrado al 5%, operación realizada según indica **seminario (2003)**, que sugiere que para una limpieza exhaustiva de las raíces de yacón antes del procesamiento es recomendable complementar la labor de lavado con una desinfección en hipoclorito de sodio, sumergiendo durante cinco minutos en una solución diluida de hipoclorito de sodio a una concentración de 200 ppm y como la mayoría de lejías comerciales tienen una concentración de 5% de hipoclorito de sodio se puede utilizar 4 ml de lejía por cada litro de agua.

El pelado y trozado presentó un promedio de pérdida por cáscara y desperdicio de 15%, porcentaje similar a lo reportado por **López (2005)**, pero por debajo a lo

reportado por **Chávez (s.f.)**, quien para elaborar un jarabe de yacón informa un porcentaje de 16.8% de descarte de cáscara.

El pulpeado se realizó en una licuadora industrial y se perdió alrededor del 3% de las raíces peladas en forma de bagazo y jugo, porcentaje superior al presentado por **Pinto y Rosales (2007)**, que perdieron solo 1%, debido posiblemente al tipo de licuado, ya que en la investigación la licuadora industrial utilizada cuenta con una sola velocidad y es en el bagazo grueso donde se pudo haber perdido jugo ya que éste es eliminado con un contenido de humedad alto.

Durante el concentrado y antes del envasado se retiró la espuma verde que se formó durante el proceso de cocción, acción realizada de acuerdo a lo mencionado por **Pinto y Rosales (2007)**, quienes señalan que debido a varias pruebas determinaron retirar la espuma de color verde ya que este le da un sabor amargo a la miel de yacón.

La preparación del jarabe tuvo un rendimiento total de 8.2% obteniéndose 1.24 kg de jarabe, resultado que se encuentra dentro de los parámetros presentado por **Manrique et al., (2003)**, quienes indican que la eficiencia de conversión de raíces a jarabe varía generalmente entre 7 y 10%, es decir que para obtener 1 kg de jarabe de yacón se debe emplear entre 10 a 15 kg de raíces lavadas y además indica que el contenido de sólidos solubles en la materia prima es el componente más importante que afecta la eficiencia de conversión a jarabe. Por ejemplo, para obtener 1 kg de jarabe se necesitan aproximadamente 6 litros de jugo si éste tiene 12° Brix, pero se necesitarán 9 litros si el jugo tiene 8° Brix; nuestro jugo tuvo 9° Brix obteniendo un buen rendimiento.

4.1.8. Contenido de fructooligosacáridos del jarabe de yacón

En el jarabe obtenido se realizó el análisis de contenido de fructooligosacáridos (FOS)

Tabla 20.

Composición del jarabe de yacón en FOS

Componente	Contenido g/100g
Fructooligosacaridos (FOS)	49.81

Fuente: UNALM (2016).

La cantidad de FOS determinados en nuestro jarabe de yacón se reportan en la tabla 20 (ver anexo 6) y es de 49.81 g, superior a lo reportado por **López (2005)**, de 44.6 g en raíces de yacón variedad blanca y 44.9 g en variedad morada, quien manifiesta que para mantener las características organolépticas y evitar la degradación de los FOS debe almacenarse refrigerada; y por **Chávez (s.f.)**, quien reporta un contenido de FOS de 38.90 g. por lo tanto el método utilizado en la obtención de jarabe de yacón en nuestro proyecto es beneficiosos.

Los FOS al ser utilizados como una molécula fermentable por la flora intestinal, permiten una disminución en el pH del colon, incrementando con ello la solubilidad de numerosos compuestos minerales. Por otra parte, los FOS del yacón tienen especiales propiedades físico-químicas, como su elevada capacidad de retención de agua, estabilidad a temperaturas altas y de refrigeración en rangos de pH de 4 a 7; además de poseer cerca de un tercio del poder edulcorante de la sacarosa y ser bajo en calorías, es una alternativa al uso del azúcar comercial (sacarosa) y de productos similares, que hacen de los FOS unos compuestos de gran aplicabilidad tecnológica y nutricional (**Fernández, 2003**). Por esta razón para aprovechar todos los beneficios mencionados, la barra energética fue elaborada

con éste jarabe contribuyendo a mejorar la función gastrointestinal y aliviar diferentes desórdenes digestivos.

4.2. Controles durante el proceso de elaboración de las barras energéticas

4.2.1. Control de tiempo y temperatura durante la cocción de las barras energéticas

En la siguiente tabla se muestra el tiempo y la temperatura que se utilizó para cocer a las barras energéticas.

Tabla 21

Tiempo y temperatura durante la cocción de las barras energéticas

	Tiempo (minutos)	Temperatura (°C)
Barras energéticas	12	155

Fuente: Elaboración propia.

La masa precocida y lista se colocaron en los moldes de medidas de 7.5 cm de largo por 3.5 cm de ancho y de una altura de 1 cm, se colocaron en el horno rotativo por espacio de 12 minutos a una temperatura de 155 °C como se muestra en la tabla 21; tiempo y temperatura que difieren a lo reportado por **Matos et al. (2016)** que señalan que luego del mezclado de todos los insumos se colocaron en moldes de dimensiones 9 x 3 cm, seguidamente se procedió al horneado a una temperatura de 170 °C por un tiempo de 15 minutos; y por **Valdez et al. (2012)** quienes señalan que las mismas se colocaron en placas aptas para horno y se procedió a la cocción por aire confinado, en horno eléctrico, a una temperatura de 120°C durante 40 minutos; el tiempo de horneado en este caso es mayor porque trabajaron a una temperatura de 120 °C, en nuestro caso según las pruebas preliminares se logró un producto final con las características físicas y sensoriales similares a una barra energética comercial, como se muestra en la figura 9. El tiempo de 12 minutos a la temperatura utilizada para lograr un producto de buenas

características sensoriales se debe al grosor de 1 cm de nuestra barra, las que posteriormente fueron envasadas en bolsas de polipropileno y embaladas en cajas de cartón para evitar modificaciones de color, olor, sabor debido a su composición de ácido grasos insaturados.

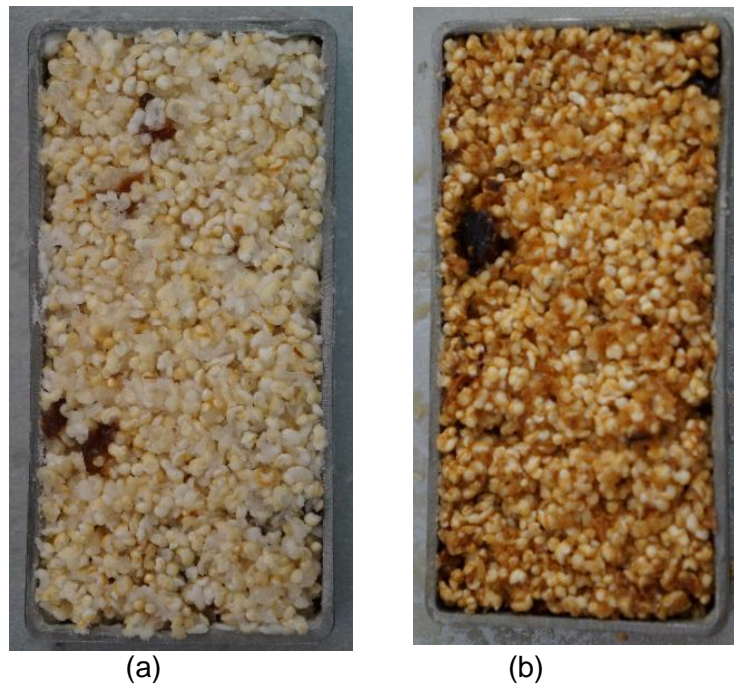


Figura 9. Barra energética ^(a) antes del horneado, ^(b) después del horneado.

4.3. Evaluación sensorial de las barras energéticas

Para seleccionar el mejor tratamiento, se evaluó sensorialmente las barras energéticas elaboradas con tres proporciones (5, 10, y 15) % de harina desengrasada de sachá inchi en reemplazo de la kiwicha expandida y jarabe de yacón (10 y 20) % en reemplazo de la glucosa, en los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia general con veinte panelistas semi entrenados usando una escala hedónica de 1 a 7 puntos (ver anexo 1).

a. Evaluación del atributo color

En la tabla 22, se observa que no existen diferencias significativas ($F_c < F_{t 0.05}$) en el atributo color entre la proporción de harina desengrasada de sachá inchi (5, 10 y 15 %); también se observa que no existen diferencias significativas ($F_c < F_{t 0.05}$) en cuanto a la cantidad de jarabe de yacón utilizado en la barra energética.

Tabla 22

Análisis de variancia del atributo color de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01	Sig.
Panelistas	19	19.4917	1.0259	1.34	1.70	2.10	Ns
A	2	2.8667	1.4333	1.87	3.09	4.84	Ns
B	1	1.4083	1.4083	1.84	3.94	6.91	Ns
AB	2	2.4667	1.2333	1.61	3.09	4.84	Ns
Error	95	72.7583	0.7659				
Total	119	98.991667					

CV = 15.65 %

Según estos resultados, se observa que el color de la barra energética es una característica sensorial que le da un atractivo al producto. Sin embargo, la inclusión de diferentes proporciones de harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón no influyeron significativamente en el color de la barra energética, el cual no ha sido diferenciado por los panelistas; los puntajes alcanzados en la evaluación permite valorar su aceptabilidad. Al respecto **Ureña et al., (1999)** indican que las escalas de valoración del color son útiles en el procesamiento de alimentos para generar el impacto visual del producto en el consumidor; en este sentido, es importante evaluar esta propiedad sensorial para establecer la calidad y garantizar su aceptación en el mercado.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamiento pero obtuvo el mayor promedio en la calificación sensorial del color el T4 que alcanzó 6.00 puntos, que según la escala hedónica utilizada corresponde a un calificativo de **me gusta**.

b. Evaluación del atributo olor

En el tabla 23, se observa que existen diferencias altamente significativas ($F_c > F_{t_{0.05, 0.01}}$) en el atributo olor entre la proporción de harina de sachá inchi desengrasada (5, 10 y 15 %); también se observa que no existen diferencias significativas ($F_c < F_{t_{0.05}}$) en cuanto a la cantidad de jarabe de yacón utilizado en la barra energética.

Tabla 23

Análisis de variancia del atributo olor de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01	Sig.
Panelistas	19	15.1583	0.7978	1.36	1.70	2.10	Ns
A	2	9.0500	4.5250	7.73	3.09	4.84	**
B	1	0.6750	0.6750	1.15	3.94	6.91	Ns
AB	2	2.8500	1.4250	2.44	3.09	4.84	Ns
Error	95	55.5917	0.5852				
Total	119	83.325					

CV = 14.10 %

Tabla 24

Promedios ordenados y significación de tukey al 0.05 en el atributo olor.

Combinación de factores	Tratamientos	Promedios Ordenados	Significación
a1b2	T4	5.80	a
a2b2	T2	5.75	a
a1b1	T1	5.65	a
a2b1	T3	5.25	a
a3b1	T5	5.15	a b
a3b2	T6	4.95	b

ALS(t) = 0.71

En los promedios ordenados (tabla 24), según la prueba de tukey al 0.05, se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T4, T2, T1, T3 y T5, sin embargo si existe diferencia con el tratamiento T6.

Los panelistas detectaron diferencias significativas en cuanto al olor entre tratamientos, esto se debe como menciona **Ureña et al., (1999)** que la cantidad mínima de sustancia olorosa necesaria para que sea percibida como tal es denominada umbral de percepción la que varía enormemente para cada persona, por lo que esta característica es importante en la calidad del producto y aceptación del consumidor.

Según la tabla 24, el tratamiento que obtuvo el mayor promedio en la calificación sensorial del olor fue el T4 que alcanzó en promedio 5.80 puntos, indicando que posee mejor olor y que según la escala hedónica utilizada corresponde a un calificativo de entre **me gusta poco y me gusta**.

Tabla 25

Promedios ordenados y significación de tukey al 0.05 en el atributo olor, en el factor A (proporción de harina desengrasada de sachá inchi: 5, 10 y 15 %).

Nivel del factor A	Promedios	
	ordenados	Significación
A1 (5 %)	5.70	a
A2 (10 %)	5.53	a b
A3 (15 %)	5.05	b

ALS(t)= 0.58

Según la tabla 25, se observa que la proporción de harina desengrasada de sachá inchi de 5 y 10 % no muestra diferencias significativas, en el atributo olor, pero si existe diferencia con respecto a la proporción de 15%.

c. Evaluación del atributo sabor

En la tabla 26, se observa que no existen diferencias significativas ($F_c < F_{t 0.05}$) en el atributo sabor entre la proporción de harina de sachá inchi desengrasada (5, 10 y 15 %); también, se observa que no existen diferencias significativas ($F_c < F_{t 0.05}$) en cuanto a la cantidad de jarabe de yacón utilizado en la barra energética.

Tabla 26

Análisis de variancia del atributo sabor de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01	Sig.
Panelistas	19	23.0917	1.2154	1.48	1.70	2.10	ns
A	2	2.0667	1.0333	1.26	3.09	4.84	ns
B	1	2.4083	2.4083	2.93	3.94	6.91	ns
AB	2	0.0667	0.0333	0.04	3.09	4.84	ns
Error	95	77.9583	0.8206				
Total	119	105.59167					

CV = 15.92 %

Es conocido que el sabor es una característica muy importante de los alimentos que permite apreciar más de una cualidad del producto los que finalmente determinan su aceptabilidad, al respecto **Ureña et al., (1999)** mencionan: que el sabor es una de las características organolépticas de mayor importancia en el producto puesto que resulta de la combinación de otras propiedades como color, olor, sabor, gusto y viscosidad por lo que su percepción es compleja.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamiento pero obtuvieron mayores promedios en la calificación sensorial del sabor los tratamientos T2 y T4 que alcanzaron 6.05 y 5.75 puntos respectivamente, que según la escala hedónica utilizada corresponde a un calificativo de entre **me gusta y me gusta mucho**.

d. Evaluación del atributo textura

En la tabla 27, se observa que existen diferencias altamente significativas ($F_c > F_{t_{0.05, .01}}$) en el atributo textura entre la proporción de harina desengrasada de sachá inchi (5, 10 y 15 %); sin embargo, se observa que no existen diferencias significativas ($F_c < F_{t_{0.05}}$) en cuanto a la cantidad de jarabe de yacón utilizado en la barra energética.

Tabla 27

Análisis de variancia del atributo textura de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

FV	GL	SC	CM	FC	F_{0.05}	F_{0.01}	Sig.
Panelistas	19	19.0917	1.0048	1.56	1.70	2.10	ns
A	2	6.6500	3.3250	5.17	3.09	4.84	**
B	1	0.4083	0.4083	0.64	3.94	6.91	ns
AB	2	0.7167	0.3583	0.56	3.09	4.84	Ns
Error	95	61.0583	0.6427				
Total	119	87.925					

CV = 14.51 %

Tabla 28

Promedios ordenados y significación de tukey al 0.05 en el atributo textura.

Combinación de factores	Tratamientos	Promedios ordenados	Significación
a1b1	T1	5.95	a
a1b2	T2	5.70	a
a3b1	T4	5.55	a
a2b2	T3	5.45	a
a2b1	T5	5.35	a
a3b2	T6	5.15	a b
ALS(t) = 0.74			b

En los promedios ordenados (tabla 28), según la prueba de tukey al 0.05, no existen diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2, T4, T3 y T5, pero existen diferencia con respecto al tratamiento T6.

Sin embargo, el tratamiento que logró el mayor promedio en la calificación de la textura fue el T1 seguida del tratamiento T2 y T4 que alcanzaron promedios de 5.95, 5.70 y 5.55 puntos, que según la escala hedónica utilizada corresponde a un calificativo de entre **me gusta poco y me gusta**.

Tabla 29

Promedios ordenados y significación de tukey al 0.05 en el atributo textura, en el factor A (proporción de harina de sacha inchi desengrasado: 5, 10 y 15 %).

Niveles del factor A	Promedios ordenados	Significación
A1	5.83	a
A2	5.50	a
A3	5.25	a

ALS(t) = 0.61

Según los promedios ordenados de la tabla 29, se observa que no existe diferencias en el atributo textura con la inclusión de 5, 10 y 15 % de harina

desengrasada de sachá inchi en la barra energética, esto podría estar relacionada con que la harina desengrasada de sachá inchi al mezclarse con el jarabe de yacón adquiere una textura crocante luego que las barras fueron enfriadas.

e. Evaluación del atributo apariencia general

En la tabla 30, se observa que no existen diferencias significativas ($F_c < F_{t 0.05}$) en el atributo apariencia general entre la proporción de harina desengrasada de sachá inchi (5, 10 y 15 %); también, se observa que no existen diferencias significativas ($F_c < F_{t 0.05}$) en cuanto a la cantidad de jarabe de yacón utilizado en la barra energética. Sin embargo, se observa que existen diferencias significativas en la combinación de ambos factores.

Tabla 30

Análisis de variancia del atributo apariencia general de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	F0.01	Sig.
Panelistas	19	19.4667	1.0246	1.66	1.70	2.10	ns
A	2	2.5167	1.2583	2.04	3.09	4.84	ns
B	1	0.8333	0.8333	1.35	3.94	6.91	ns
AB	2	4.1167	2.0583	3.34	3.09	4.84	*
Error	95	58.5333	0.6161				
Total	119	85.46667					

CV = 14.10 %

Tabla 31

Promedios ordenados y significación de tukey al 0.05 en el atributo apariencia general.

Combinación de factores	Tratamientos	Promedios ordenados	Significación
a1b2	T2	6.05	A
a2b2	T4	5.65	A
a2b1	T3	5.55	A
a3b1	T5	5.50	a
a1b1	T1	5.40	a b
a3b2	T6	5.25	B

ALS (t)= 0.72

En los promedios ordenados (tabla 31), según la prueba de tukey al 0.05, no existen diferencias significativas entre los tratamientos T2, T4, T3, T5 y T1 manteniendo sus características estables, existiendo diferencia con respecto al tratamiento T6 elaborada con 15% de harina desengrasada de sachá inchi y 20% de jarabe de yacón.

El tratamiento que logró el mayor promedio en la calificación de la apariencia general fue el T2 seguida del T4 que alcanzaron 6.05 y 5.65 puntos respectivamente, que según la escala hedónica utilizada corresponde a un calificativo de **me gusta y me gusta mucho**.

Finalmente, analizado los resultados de la evaluación sensorial de los tratamientos en estudio, según el puntaje promedio alcanzado en los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia general, se concluye que el mejor tratamiento fue el T4, que corresponde a una barra energética elaborada con una proporción de 10 % de harina desengrasada de sachá inchi y 20 % de cantidad de jarabe de yacón.

4.4. Caracterización del producto final

4.4.1. Análisis químico proximal de la barra energética

En la tabla 32 se reporta el contenido nutricional de la barra energética (anexo 7).

Tabla 32

Composición químico proximal de la barra energética (g/100g) con harina desengrasada de sacha inchi y jarabe de yacón.

Componente	Muestra base (Testigo)	Tratamiento óptimo (T4)
Proteínas (%) factor 6.25	3.80	11.25
Humedad (%)	3.30	4.20
Grasa (%)	6.92	6.64
Cenizas (%)	1.00	1.24
Fibra (%)	8.05	1.88
Carbohidratos (%)	76.93	74.79

Fuente: COLECBI (2016).

Respecto al porcentaje de proteínas que presenta la barra energética elaborada con harina desengrasada de sacha inchi y jarabe de yacón es de 11.25%, porcentaje superior a la barra testigo que denota una cantidad de 3.80%. Los resultados son superiores a la barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel elaborada por **Hernández (2011)**, quien señala 8.2% de proteínas; a las barras de amaranto elaboradas por **Marroquín (2012)**, que indica 10.3% de proteína y a las barras elaboradas a base de sacha inchi como fuentes de omega 3 y 6 elaboradas por **Báez y Borja (2013)** que tiene un contenido de 9.24%.

Rosado *et al.* (1999), citado por **Marroquín (2012)**, describe que entre los factores más importantes que deben tomarse en cuenta en la formulación de alimentos están los asociados con la calidad nutricional y composición del alimento. El producto debe contener los nutrientes en cantidades según la edad, estado

fisiológico y estado nutricional de la población a la que va dirigido y las proteínas forman parte de las estructuras corporales, suministran lo necesario para el crecimiento y la reparación de tejidos y órganos del cuerpo. Como ejemplo: la queratina está presente en la piel, las uñas y el pelo; el colágeno está presente en los huesos, los tendones y el cartílago, y la elastina, se localiza fundamentalmente en los ligamentos y asimismo forman parte del sistema inmunológico o defensas del organismo. La adición de harina de sachá inchi desengrasada en un 10% e incluso de granos partidos desengrasados tostados de sachá incluidas a nuestra barra energética la hace un alimento proteico, recomendable para su consumo. La **OMS (2009)** recomienda una dieta con proporción de sólo el 25 % de proteína animal sustituyendo el otro 75 % con proteína de origen vegetal.

La presencia de proteínas en las barras elaboradas son una buena alternativa para obtener una proporción adicional de este compuesto proveniente de la harina desengrasada (con 53.3%) de la cual se ha utilizado en la elaboración un 10% y de los granos desengrasados tostados del sachá inchi que según **Lázaro (2015)**, las proteínas vegetales del sachá inchi pueden mejorar la alimentación al ser incluido en la dieta humana ya que por medio de éstas conseguirían los aminoácidos que no encuentra en otros alimentos vegetales.

Respecto a la humedad se denota un valor de 4.20% y en el testigo de 3.30%, valores por debajo a lo reportado por **Olivera et al., (2012)**, quienes señalan en su barra de cereales nutritivas un contenido de 9.9% \pm 0.3 de humedad y **Ochoa (2012)**, en barra energética a base de miel y avena, cuyo contenido fue de 8.5%, además indica que el porcentaje de granola (producto horneado formado por cereales y mezclado con miel) no debe superar al 10%. Nuestro producto presentó un buen grado de crocantes, un parámetro que depende de la humedad,

además de permitir estabilidad en el tiempo y evitar la proliferación de microorganismos.

El porcentaje de grasa en ambas barras, testigo y la del estudio presentan un valor de 6.92% y 6.64% respectivamente, valores por encima a lo reportado por **Ramos (2011)**, que señala un 2.7% de grasa en su barra energética con quinua y amaranto ambos cereales bajos en grasa, pero por debajo de las barras energéticas elaboradas a base de sachá inchi como fuentes de omega 3 y 6 elaboradas por **Báez y Borja (2013)** quien reporta un porcentaje de 21.28% de grasa, nuestros resultados difieren con lo reportado por estos autores porque utilizaron granos de sachá inchi enconfitados íntegros; mientras que en el presente estudio se utilizó el sachá inchi en forma de harina desengrasada e incluso se adicionó granos desengrasados tostados partidos por lo que el contenido de grasa fue menor, pero no por ello es despreciable la cantidad encontrada ya que estos ácidos presentes son compuestos fundamentales para el transporte de distintos nutrientes, participan en los sistemas de defensa o inmunidad, son precursores de hormonas y ayudan a mantener las estructuras celulares. El contenido de grasa presente en la barra va a influir en el aporte calórico, pero como se ha usado el sachá inchi en forma desengrasada va a ser menor que otras barras energéticas comerciales.

El contenido de cenizas en la barra testigo es de 1% y en la barra con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón es de 1.24%, porcentaje encima a lo reportado por **Báez y Borja (2013)**, quien indica un porcentaje de 0.46% de ceniza, pero por debajo a lo reportado por **Marroquín (2012)**, quien señala un porcentaje de ceniza de 2.5% en su barra con amaranto. Según **Caravaca et al. (2003)**, señala que las cenizas representan la fracción correspondiente a los minerales del alimento por lo que se puede afirmar que en las barras elaboradas

con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón existe la presencia de minerales.

En cuanto al contenido de fibra, en la barra energética testigo es mayor 8.05% frente a la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón de 1.88%, similar a la barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel elaborada por **Hernández (2011)** quien señala 2.0% de fibra pero por debajo a lo reportado por **Olivera et al., (2012)**, quienes señalan en su barra de cereales nutritivas un contenido de 3.4% \pm 0.2. El bajo contenido de fibra en nuestra barra posiblemente se deba a que se sustituyó 10 % de kiwicha expandida por harina desengrasada de sachá inchi que es más proteica. En cuanto se incrementó el contenido de proteína y disminuyó el contenido de fibra.

Respecto al contenido de carbohidratos se observa 76.93% y 74.79% para la muestra testigo y para el tratamiento óptimo respectivamente, estos contenidos son superiores a lo reportado por **Ochoa (2012)**, quien en su barra energética a base de miel y avena reporta 63.8% y por **Báez y Borja (2013)** quien en las barras elaboradas a base de sachá inchi como fuentes de omega 3 y 6 reporta 57.60%, el alto contenido de carbohidratos se debe a que en la formulación se incorporó el jarabe de yacón y **Manrique et al., (2005)**, indica que el jarabe de yacón está compuesto principalmente de carbohidratos, alrededor de 65 a 70%, también se incorporó glucosa que es un carbohidrato en forma de azúcar; nuestro producto cumple con lo expuesto por Licanta 2011 citado, por **Ochoa (2012)**, quien expresa que “las barras energéticas en términos generales aportan cada 100 gramos: 60 - 80% de carbohidratos (por eso resultan tan energéticas), 3 - 24% de grasa y 4 - 15% de proteínas”.

4.4.2. Índice de peróxido en la barra energética

En la tabla 33 se observa que el índice de peróxido de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi (ver anexo 8).

Tabla 33

Índice de peróxido en la barra energética

Análisis realizado	Contenido en meq. de O₂/kg de muestra
Índice de peróxidos	13.72

Fuente: UNS (2016).

Las barras energéticas presentan un contenido de 13.72 meq de O₂/kg a los 15 días de almacenamiento y según lo señalado por Anderson *et al* (1963), citado por **Bayas (2010)**, los productos a base de cereales con un índice de peróxidos inferior a 20 meq/kg, no presentan rancidez oxidativa perceptible.

Nuestro producto al encontrarse dentro de los parámetros permisibles de índice de peróxido no presenta una rancidez oxidativa perceptible, muestra buena estabilidad durante los 15 días de almacenamiento ya que tiene un porcentaje de humedad de 4.20% y el envase utilizado al ser el polipropileno de alta densidad va a contribuir a su almacenamiento en anaquel.

Escobar et al., (2000), indica que la estabilidad en almacenamiento de los alimentos, depende de la humedad presente en un producto ya que ésta determina frecuentemente reacciones de deterioro que modifican la calidad final y estando las barras energéticas con una humedad de 4.20% permitirá su estabilidad.

4.4.3. Composición de ácidos grasos de la barra energética

En la tabla 34 se muestra el contenido de ácidos grasos presentes en la barra energética (ver anexo 9).

Tabla 34

Ácidos grasos presentes en la barra energética

Componente en %	Tratamiento óptimo (T4)
Ácidos mirístico	16.534
Acido palmítico	13.026
Ácido esteárico	4.994
Ácido oleico (n-9)	12.401
Ácido linoleico (n -6) AL	26.130
Ácido linolénico (n -3) ALA	26.912

Fuente: UNS (2017).

Las barras energéticas presentan un contenido de ácido esteárico de 4.994%, contenido de ácido oleico de 12.401%, ácido linoleico (n-6) de 26.130% y ácido linolénico (n-3) de 26.912%, según la FAO/OMS, 1997 de acuerdo a la posición del primer doble enlace de la cadena, denominado *omega*, contando a partir del extremo metilo, existen tres familias de AG poliinsaturados Ω -3, Ω -6 y Ω -9. Algunos AG grasos se clasifican como “ácidos grasos esenciales” porque no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano y además son necesarios para funciones vitales, éstos son los de las familias Ω -6 y Ω -3.

Comparando la barra elaborada con una barra energética con amaranto, miel, semilla de marañón y chía elaborada por **Alvarado (2011)**, respecto al ácido esteárico es menor porque su producto presentó $7.57\% \pm 0.46$, presentando además menor porcentaje de ácido linolénico (n-3) $10.30\% \pm 0.04$, y de ácido linoleico (n-6) 21.76 ± 0.17 , pero un contenido mayor de ácido oleico $48.28\% \pm$

1.62, indicando que el alto contenido de omega-3 proviene de la semilla de chía lo cual es un ingrediente potencial de alimentos funcionales; y la harina como los granos partidos desengrasados tostados de sachá inchi son las que han proporcionado un perfil muy rico en ácidos poliinsaturados y relativamente pobre en ácidos saturados y al igual que la chía las almendras de sachá inchi son ingredientes de alimentos funcionales; **Báez y Borja (2013)**, indican que su barra energética a base de sachá inchi son fuentes de omega 3, omega 6, basándose en el Reglamento Técnico de Mercosur sobre información nutricional complementaria, quien indica que para una porción de 100 g se podrá declarar como fuente de ácido graso omega - 3 si el producto contiene al menos 0.3 g de ácido alfa linolénico o 0.4 g de la suma de DHA y EPA por lo tanto su barra contiene 3 g de omega - 3, nuestro producto presenta 1.7 g cumpliendo con esta declaración y respecto a los ácidos grasos omega 6 indica que si el producto presente al menos 1.5 g, es fuente de omega – 6, su barra contiene 2 g y nuestro producto presenta 1.67 g, por lo que se le considera dentro de los parámetros establecidos, por tanto el producto elaborado es una barra energética funcional y fuente de omega 3 y 6.

Los niveles apropiados del consumo de AG Ω -3 pueden determinarse dependiendo del estado de salud-enfermedad en que se encuentre cada individuo. El consenso actual es que los AG Ω - 3 son componentes integrales de una dieta sana y que juegan un papel importante en la prevención de muchas enfermedades. Sin embargo, no hay que olvidar que la unidad funcional de la alimentación es la dieta, de manera que no son los alimentos aislados, ni mucho menos sus componentes químicos sino la dieta como un todo la que, junto con otros factores, puede contribuir al desarrollo o prevención de las enfermedades **(Castro, 2002)**.

La ventaja del equilibrio entre los dos ácidos grasos poliinsaturados omega 6 y omega 3 lo hace un buen producto asequible a todas las personas de diferentes edades y sexo, ya que la existencia de desequilibrio entre estos dos ácidos grasos, es decir menos cantidad de omega 3, pueden aparecer inconvenientes propios del omega 6 como la aparición de dolor e inflamación, una mayor probabilidad de sufrir depresión y aumento de sustancias sanguíneas inflamatorias; por lo que una relación ideal se sitúa entre 1:1 o 1:2 (omega 6: omega 3) (Díaz, 2015).

Olivera et al., (2012), indica que las barras de cereales comerciales no proporcionan AG poliinsaturados, ya que se prioriza la estabilidad al deterioro oxidativo de los AG saturados y trans, a efectos de conservar los productos estables durante toda su vida útil, en general de un año, cosa que no ocurriría con nuestro producto que sí contiene ácidos grasos poliinsaturados, pero con sus características tendría un promedio de vida en anaquel estable por el bajo contenido de humedad, por los ácidos grasos provenientes del coco rallado que unidos a los ácidos grasos poliinsaturados presentes y del monoinsaturado como el oleico lo convierte en un producto funcional que contribuye a mejorar la salud de los consumidores.

4.4.4. Composición de fructooligosacáridos en la barra energética

En la tabla 35 se muestra la cantidad de los fructooligosacáridos en las barras energéticas (ver anexo 10).

Tabla 35*Contenido de fructooligosacaridos en la barra energética*

Análisis realizado	Contenido en (g/100g)
Fructooligosacaridos	0.56

Fuente: UNALM (2017).

El contenido de los fructooligosacáridos en las barras energéticas es de 0.56 g en 100 gramos de muestra, cantidad que cubre casi el 70% de una ingesta diaria estimada de FOS ya que según indica **Muñoz (2011)**, en su trabajo de investigación sobre los fructooligosacáridos el EDI (Estimated Daily Intake) de FOS es de 806 mg día⁻¹ (0.86 g diarios).

La inulina y los FOS, están considerados por la FDA (Food and Drugs Administration) como ingredientes alimenticios GRAS (Generally Recognized Safe) o seguros para el consumo. Su función más importante es la de actuar como un componente prebiótico (ingredientes no digeribles de los alimentos que afectan beneficiosamente al huésped por una estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de un limitado grupo de bacterias en el colon), que facilita el crecimiento de bifidobacterias. Estas bacterias son las que, favorecen la producción del complejo de la vitamina B y el ácido fólico, inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos incluyendo *Salmonella*, *Shiguella*, *Stafilococcus* y *Candida* (**Fernández, 2003**).

Los FOS han sido empleados en la industria de alimentos y farmacéutica como prebióticos y edulcorantes. Debido a su amplio uso, se ha generado un gran interés en los estudios de seguridad alimentaria. Varias investigaciones in vivo e in vitro, han evaluado el potencial tóxico, genotóxico y carcinogénico de los fructanos, demostrando que estos no presentan ningún efecto adverso sobre la

salud humana. Sin embargo, el único efecto notado después del consumo de grandes cantidades diarias (44 g en hombres, 49 g en mujeres o 5% de la dieta total diaria en ratas) les ha producido deposiciones blandas y diarrea, efecto característico de los oligosacáridos de baja digestión **(Muñoz, 2011)**. El contenido de FOS en las barras energéticas lo convierte en un alimento funcional que cubre casi el 70% de una ingesta diaria estimada de FOS, que facilita el crecimiento de bifidobacterias sin efecto adverso sobre la salud humana.

4.4.5. Aporte calórico de la barra energética.

El aporte calórico de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón se muestra en la tabla 36

Tabla 36.

Aporte calórico de la barra energética con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

Fuente de energía	g/100 g	Kcal en 100 g	Kcal /porción (22 g – 1 unid.)
Grasas	6.64	59.76	13.15
Carbohidratos	74.79	299.16	65.82
Proteínas	11.25	45.00	9.90
		403.92	88.87

Fuente: Elaboración propia

El aporte calórico de la barra energética es de 88.87 Kcal por porción de 22 g (403.92 Kcal en 100 g) resulta similar a la barra nutricional a base de granola y frijol rojo elaborada por **Medina (2006)**, quien indica un aporte calórico de 403.40 Kcal en 100 g, pero por debajo a lo reportado por **Ochoa (2012)**, quien en su barra a base de miel y avena reporta un contenido de 426 Kcal en una proporción de 100 g. y por **Báez y Borja (2013)** quien señala que el aporte calórico de su barra energética a base de sachá inchi de 105 Kcal.

La característica del alto contenido en proteínas constituye la principal bondad de nuestro producto, aporte proveniente tanto de la harina desengrasada y de los granos partidos desengrasados tostados de sachá inchi. Según **De la paz (2012)**, las kilocalorías aportadas usualmente por las barras energéticas presentan de entre 350 a 500 (Kcal por cada 100g), nuestro producto es una opción para conseguir calorías extras pero en una proporción reducida y con alto contenido de proteínas; y según **Cadaval et al., (2005)**, las ingestas diarias de referencia (IDR) de energía y nutrientes indica un rango de 47 a 56 Kcal/día de proteínas cubriendo por lo tanto nuestro producto un 80% de esta ingesta, no obstante, es preciso señalar que el consumo diario energético varía según la circunstancias (edad, sexo, constitución física, actividad) de cada uno y en consecuencia, determina también la ingesta de alimentos.

4.4.6. Análisis microbiológico

En la tabla 37 (anexo 11), se aprecia los resultados del análisis microbiológico aplicado a la barra funcional elaborada con una proporción de 10 % de harina desengrasada de sachá inchi y 20 % de cantidad de jarabe de yacón, los que fueron comparados con la Norma **NTS N° 071- MINSA/DIGESA VII.4** barra de cereales.

Tabla 37

Análisis microbiológico a la barra funcional

Ensayos	Cantidad	mínimo legal (*)
Mohos (UFC/g)	< 10	10 ²
Presuntos <i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	< 10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i> en 25 g	Ausencia	Ausencia/25 g

(*) NTS N° 071- MINSA/DIGESA

Fuente: COLECBI (2016)

La norma indica un índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad de 10^2 UFC/g para mohos y para *Bacillus cereus* y ausencia/25 g para *salmonella sp.* Encontrándose nuestros resultados por debajo de los límites establecidos por la norma, por lo que podemos concluir que nuestro producto es apto para el consumo humano.

CONCLUSIONES

La harina desengrasada de sachá inchi y el jarabe de yacón, tuvo un efecto positivo en las características funcionales de la barra energética, aportando ácidos grasos esenciales omega 3 y 6 con 26.912 y 26.130% y fructooligosacáridos 0.56 g.

Los parámetros tecnológicos para la formulación de barra energética y funcional estuvo constituida por 10 % de harina desengrasada de sachá inchi (cantidad sustituida por kiwicha expandida) y 20 % de jarabe de yacón (cantidad sustituida por glucosa), además de 35.14 % de kiwicha expandida, 12.38 % de glucosa, 4.97 % de coco rallado, 4.97 % de pasas, 5.82 % de piña osmódeshidratada, 6.72% de granos partidos desengrasados tostados de sachá inchi

En la evaluación sensorial el tratamiento T4 en los atributos: olor, color, sabor, textura y apariencia general, logro entre 5 y 6 puntos en la escala de 7, obteniendo calificativos de entre me gusta poco y me gusta, cuya composición proximal fue de 11.25 % de proteína, 4.20 % de humedad, 6.64 % de grasa, 1.24 % de ceniza, 1.88 % de fibra y 74.79 % de carbohidratos; presentando un índice de peróxido de 13.72 meq, de O₂ / Kg. De la muestra; un aporte calórico de 88.87 Kcal/ porción de 22 g – 1 unidad y los resultados del análisis microbiológico concluye que no existe contaminación alguna siendo apto para el consumo humano.

La cantidad de omega 3 fue 26.912 % , omega 6, 26.130 % (ácidos poliinsaturados) y para omega 9, 12.401 % (ácido mono insaturado), siendo la relación omega 3: omega 6 una relación ideal que se sitúa entre 1:1; y la cantidad de fructooligosacáridos fue de 0.56g/ 100 g, cubriendo casi el 70% de una ingesta diaria estimada que se sitúa en 0.86 g de FOS, y con la cantidad de 11.25 % de proteínas lo hace un alimento funcional indicado para niños, adultos y personas mayores ya que presenta un valor añadido muy beneficioso para la salud.

RECOMENDACIONES

Realizar pruebas sensoriales en la que se incluya el empaque y etiquetado de la barra energética y pruebas con diferentes tipos de empaques para determinar el tiempo de almacenamiento.

Realizar estudios de costo-beneficio para evaluar la producción a mayor escala de la barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

Realizar un estudio del índice de eficiencia proteica (PER), que permita evidenciar el uso y aprovechamiento de la proteína presente en la barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

Realizar el análisis de aminoácidos de la barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón, para así conocer la calidad de aminoácidos y aminoácidos limitantes.

Incluir en la formulación frutas ricas en fibra de la región para mejorar y/o incrementar el contenido de fibra del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Aire Y. y Taípe K. (2011).** Elaboración y caracterización de bebida esterilizada a partir de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Tesis. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Chanchamayo. Perú.
- Alvarado D. (2011).** Caracterización de la semilla de chan (*Salvia hispánica* L.) y diseño de un producto funcional que la contiene como ingrediente. Artículo breve. Rev 23 de la Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
- Armas (2012).** Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de producción y comercialización de barras energéticas a base de quinua y frutas, en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura. Tesis. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.
- Ayala G. (2016).** Análisis de crecimiento y producción de 3 variedades de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), en el municipio de Tena Cundinamarca. Tesis. Universidad de Ciencias Aplicadas y ambientales U.D.C.A. Bogotá D.C. Colombia.
- Báez L. y Borja A. (2013).** Elaboración de una barra energética a base de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) como fuente de Omega 3 y 6. Tesis. Universidad Nacional de San Francisco de Quito. Ecuador.
- Badillo M. (2011).** Elaboración de una barra energética con cereales como: avena, cebada y trigo, adicionando espirulina y ciruela pasa. Tesis. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4914/1/450531.pdf>
- Barajas L.; Herreño N.; Mejía A.; Borrego P. y Pombo L. (2014).** Yacón (*Perú*), Jícama (*Colombia*) *Smallanthus sonchifolius*. Escuela de Medicina. Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Recuperado de:

http://www.biocomerciocolombia.com/docs/biocomercio_andino/Componente%201/Monografias/Monografia%20Smallanthus%20sonchifolius.pdf

- 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 (BEA), en la industria Agrícola Exportadora C.A. INAEXPO. Tesis. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- Bazurto R. (2015).** Evaluación de los efectos del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), harina de haba (*Vicia faba*) y proteína de soja (*Glycine max*) en la obtención de galletas fortificadas, con fines alimentarios. Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo. Ecuador.
- Betancourth F. (2013).** Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (*Plukenetia volubilis Linneo*) mediante extracción por solventes de su aceite. (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas. Universidad de Manizales. Manizales. Colombia. Recuperado de: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/970/2/Betancourth_L%C3%B3pez_Cristhian_Fernando_2013.pdf
- Cadaval A., Artiach E., Garín B., Pérez R. y Aranceta J. (2005).** Alimentos funcionales para una alimentación más saludable. Sociedad Española de nutrición comunitaria. Ed. Corporación alimentaria Peñasanta S.A. España.
- Calisto. (2009).** Desarrollo de productos snack a base de materias primas no convencionales, poroto (*Phaseolus vulgaris L.*) y quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). Tesis. Universidad de Chile. Chile.
- Calzada J. (1991).** Métodos estadísticos para la investigación. Lima – Perú.
- D. Valencia M. Murillo E. Méndez J. y Eras J. (2012).** Composición de ácidos grasos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis Linneo*) y su relación con la bioactividad del vegetal. Rev. Chil. Vol. 39, N° 1. Colombia.
- Castro M. (2002).** Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. Rev. Interciencia, Vol. 27, num. 3. Asociación Interciencia. Caracas. Venezuela.

- Caravaca R., Castel G., Guzmán G., Delgado P. y Guerrero M. (2003).** Bases de la Producción Animal, Universidad de Sevilla, Serie: Manuales Universitarios. España.
- COLECBI. (2016).** Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales. S.A.C. Nuevo Chimbote. Perú.
- Coronado A. (2013).** Elaboración de la harina de yacón (*Smallantus sonchifolius*) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probióticas. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Coronado M. Vega y León S., Gutiérrez R. García B. y Díaz G. (2006).** Los ácidos grasos omega-3 y omega-6: nutrición, bioquímica y salud. Departamento de producción Agrícola y animal. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Cuervo G. y Agredo M. (2014).** El yacón: La dulce raíz de agua. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. Recuperado de: https://colectivodeabogados.org/IMG/pdf/el_yacon.pdf
- Chávez J. (s.f.).** Elaboración y caracterización de un jarabe de yacón (*Smallantus sonchifolius*) procedente de la provincia de Huancabamba. Tesis. Universidad Nacional de Piura. Piura. Perú.
- Chacón A. (2006).** Perspectivas agroindustriales actuales de los oligofruetosacarido (FOS). Revisión bibliográfica. Rev. Agronomía Mesoamericana 17(2). 265-286. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
- Chirinos O., Adachi L., Calderón F., Díaz R., Larrea L. Mucha G y Roque L. (2009).** Exportación de sacha inchi al mercado de Estados Unidos. Universidad ESAN. 1ra. Edición. Editorial Cordillera SAC. Lima. Perú.
- De la Paz V. (2012).** Elaboración de barras energéticas para escolares a partir de subproductos industriales de soya y maíz. Tesis. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador.

- Díaz D. (2015).** Equilibrio en la relación omega 3 – omega 6. Artículo. Revista Vitónica. México. Recuperado de: <https://www.vitonica.com/complementos /equilibrio-en-la-relacion-omega6-omega3>
- Enciso J. (2013).** Evaluación de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas de los aceites crudos de *Plukenetia volubilis* L. (sacha inchi) de la selva central del Perú y determinación de su actividad antiinflamatoria. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Recuperado de: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3825/1/Enciso_sj.pdf
- Escobar B. Estévez A y Guíñez M. (2000).** Almacenamiento de barras de cereales elaboradas con cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz). Archivos Latinoamericanos de nutrición. ALAN V. 50, N° 2. Caracas. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000200007
- Espinoza J. y Padilla A. (2015).** Barritas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), semillas de chia (*Salvia hispanica*, L.) y cáscaras de frutas y verduras como fuente de proteínas y fibra dietética alterna de cereales para la alimentación del escolar. Tesis. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho. Perú.
- Fernández J. (2003).** Yacón: Importancia prebiótica y tecnológica. Revista Agroenfoque. Ed. N° 139. Recuperado de: <http://barrioperu.terra.com.pe/agroenfoque>
- Garmendia F., Pando R. y Ronceros G. (2011).** Efecto del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) sobre el perfil lipídico en pacientes con hiperlipoproteinemia. Revista Peruana de medicina experimental y salud pública. Lima. Perú.
- Gutiérrez P., Rosada M. y Jiménez A. (2011).** Composición química de las semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y características de su fracción lipídica. DOI:10.3989/gya044510.

- Hernández. (2011).** Diseño y formulación de una barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel. Trabajo de grado. Universidad Simón Bolívar.
- Huanilo M. (2010).** Estudio del mercado de jarabe de yacón. Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de: <https://www.scribd.com/doc/29007760/i-Estudio-de-Mercado-de-Jarabe-de-Yacon>
- Hurtado A. (2013).** Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) cultivada en Colombia. (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira – Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/12689/1/7609501.2013.pdf>
- INDECOPI (Instituto Nacional de defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual). (2015).** Yacón: *Smallanthus sonchifolius*. Comisión internacional contra la Biopiratería. Año 1, N° 4. Perú.
- Inga M. Betalleluz I. Kina M. y Campos D. (2015).** Optimización del proceso de extracción de los fructooligosacáridos de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Instituto de Biotecnología. Universidad Agraria La Molina. Lima. Perú
- Lázaro R. (2015).** Determinación de la presencia de sustancias antinutricionales y alérgenos en semilla y torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- López D. (2005).** Valorización de la raíz de yacón: obtención de un jarabe rico en fructooligosacáridos. Universidad Privada Boliviana. Investigación y Desarrollo, N° 7: 93-106. Bolivia.
- Manco E. (2006).** Cultivo del sachá inchi. Situación y avances del cultivo de sachá inchi en el Perú. MINAG (Ministerio de Agricultura). Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. San Martín. Perú.
- Manrique I.; Párraga A. y Hermann M. (2005).** Jarabe de yacón: Principios y procesamiento. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003),

ISBN: 92-9060-249X [impresa], No. 8A. Lima – Perú: Centro Internacional de la Papa. Recuperado de: http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/1919-Jarabe_Yacon.pdf

- Matos–Chamorro A., Paredes–Anglas G. y Zenteno–Pacheco S. (2016).** Caracterización sensorial de una barra de cereal con semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) y calabaza blanca (*Cucurbita ficifolia*). Dirección general de investigación. Universidad Peruana Unión. Lima. Perú.
- Marroquín C. (2012).** Formulación y aceptabilidad de barras de amaranto para población escolar. Tesis. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- Medina M., Coronado M., García N. y Cueva A. (2007).** Manejo post cosecha, caracterización fisicoquímica, secado y almacenamiento de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) cultivado en tres pisos ecológicos de la región San Martín. Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto. Perú.
- Medina M. (2006).** Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*). Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agroindustrial, Zamorano, Honduras.
- Muñoz M. (2011).** Estudio del efecto de los fructoligosacáridos en la producción de bacteriocinas por aislados nativos de *Lactobacillus* spp. Tesis maestría. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- NTP (Norma técnica Peruana). (2008).** Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. **N° 071. MINSA/DIGESA.**
- Ochoa C. (2012).** Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa Apicare. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.
- Olivera M., Ferreyra V., Giacomino S., Curia A. y Pellegrino N. (2012).** Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. Rev.

Chil Vol. 39, N° 3. Universidad de Buenos Aires. Argentina. Recuperado de:
<http://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v39n3/art03.pdf>

- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2009)** Cumbre: Qué está haciendo la OMS para ayudar a los países a mejorar la inocuidad de los alimentos. Buenos Aires-Argentina.
- Pariona N. (2008).** Obtención de los ácidos grasos del aceite de la *Plukenetia volubilis* L. "Sacha Inchi" para la utilización en la industria y estudio fotoquímico cualitativo de la almendra. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Pazmiño M. (2014).** Aprovechamiento de los principios activos del yacón (*Smallanthus sonchifolius*), para la elaboración de yogurt rico en FOS (fructooligosacaridos). Tesis. Universidad de Guayaquil. Guayaquil. Ecuador.
- Pinto L. y Rosales Y. (2007).** Comparación de dos métodos tecnológicos para obtención de miel de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) utilizando un concentrador a presión a vacío y una marmita a presión atmosférica. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Polanco M. (2011).** Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep.&Endl) H. Robinsón, colectados en la ECO región eje cafetero de Colombia. Tesis maestría. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Colombia.
- Proaño J. (2015).** Aceite de sachá inchi. Entrevista. Proyectos peruanos. Gerente de Consultores Agropecuarios. Lima. Perú. Recuperado de: http://proyectosperuanos.com/2016/09/sacha_inchi_entrevista_ing_jorge_proano/
- Rabello E. y Da Silva E. (2005).** Elaboración de barras de frutas deshidratadas a partir de banano y piña. Tesis. Universidad Earth. Guácimo. Costa Rica.
- Ramos M. (2011).** Elaboración de una barra energética con aporte proteico de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus spp*), para un grupo de deportistas de aventura de la ciudad de riobamba. Tesis. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

- Rodríguez K. y Arteaga I. (2015).** Bondades medicinales de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*). Tesis. Universidad Técnica del Norte. Facultad de ciencias de la salud. Ibarra -Ecuador.
- Ruiz C., Díaz C., Anaya J. y Rojas R. (2013).** Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). Revista Sociedad Química del Perú, ISSN: 1810-634X [impresa], 79(1), 29 – 36 p. Recuperado de: <http://sqperu.org.pe/wp-content/uploads/2009/09/Revista-SQP-Vol-79-N1-2013.pdf>
- Ruiz A. (2016).** Composición y tipos de barritas energéticas. Rev. Sección Ejercicio y deporte. Complejo hospitalario de Navarra. España.
- Seminario J., Valderrama M. y Manrique I. (2003).** El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú, 60 p.
- Sequeiros N. y Castro A. (2003).** Elaboración de una bebida nutritiva a partir del yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Tesis. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Perú.
- Sihuayro D. (2014).** Evaluación del rendimiento en la extracción del aceite de sachá inchi (*plukenetia volubilis l.*) del ecotipo predominante en el Valle del río Apurímac (Ayacucho) y su caracterización físico-química y sensorial. Tesis. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna. Perú.
- Solá B. (2016).** Proteínas en la infancia previene enfermedades. Recuperado de <http://www.cronica.com.mx/notas/2016/956961.html>
- Torres W., Barzola T., Ponce F., et al. (2002).** Obtención de jarabe estabilizado a partir de yacón (*Polymnia sanchifolia*) por hidrólisis enzimática. I etapa. Trabajo de investigación. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Chanchamayo – Perú.

- UNALM: (Universidad Nacional Agraria La Molina). 2016.** “Resultado de análisis”. Instituto de Biotecnología – Biotecnología Industrial. Lima. Perú.
- UNS. (Universidad Nacional del Santa). 2016.** Certificación de calidad”. Laboratorio de la Universidad Nacional del Santa. Chimbote - Perú.
- Ureña M. D’Arrigo M. y Girón O. (1999).** Evaluación sensorial de los alimentos. Aplicación didáctica. Universidad Agraria La Molina. Facultad de industrias alimentarias. Lima – Perú.
- Valderrama M. (2005).** Manual del cultivo del yacón. Experiencia de introducción y manejo en el valle de Condebamba. PYMAGROS (Convenio COSUDE-MINAG). Cajamarca. Perú.
- Valdez A., Margalef I. y Gómez H. (2013).** Formulación de barra dietética funcional prebiótica a partir de harina de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Revista Dieta, ISSN 0328-1310 [impresa], 31(142), 27 – 33 p. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/diaeta/v31n142/v31n142a04.pdf>
- Valles S. (2012).** Obtención de “Leche” de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo). Tesis. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Perú. Recuperado de: <http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/bitstream/11458/376/1/Silvia%20Marisol%20Valles%20Ram%c3%adrez.pdf>
- Vegaffinity (2016).** Barritas energéticas. Ministerio de Industria energía y turismo. España. Recuperado de: <https://www.vegaffinity.com/alimento/barritas-energeticas--f156>
- Zenteno S. (2014).** Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. Revista de Investigación Universitaria, 2014, Vol. 3 (2): pág. 58-66. Universidad Peruana Unión. Perú.
- Zúñiga F. (2010).** El sachá inchi. Recuperado de: <http://fiorellamayte.blogspot.pe/2010/06/el-sacha-inchi.html>

ANEXOS

ANEXO 1. FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre: _____ Fecha: / /

Producto: Barra energéticas funcional con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón.

Evalúe cada una de las muestras y marque con una X en la casilla que corresponda con la calificación que mejor describa su agrado o desagrado que produce cada muestra.

ATRIBUTO: COLOR						
Escala	SPJ	PMS	SAM	GMC	MPQ	AQG
Me gusta mucho						
Me gusta						
Me gusta poco						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta						
Me disgusta mucho						

ATRIBUTO: OLOR						
Escala	SPJ	PMS	SAM	GMC	MPQ	AQG
Me gusta mucho						
Me gusta						
Me gusta poco						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta						
Me disgusta mucho						

ATRIBUTO: SABOR						
Escala	SPJ	PMS	SAM	GMC	MPQ	AQG
Me gusta mucho						
Me gusta						
Me gusta poco						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta						
Me disgusta mucho						

ATRIBUTO: TEXTURA						
Escala	SPJ	PMS	SAM	GMC	MPQ	AQG
Me gusta mucho						
Me gusta						
Me gusta poco						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta						
Me disgusta mucho						

ATRIBUTO: APARIENCIA GENERAL						
Escala	SPJ	PMS	SAM	GMC	MPQ	AQG
Me gusta mucho						
Me gusta						
Me gusta poco						
No me gusta ni me disgusta						
Me disgusta poco						
Me disgusta						
Me disgusta mucho						

Comentarios:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....Muchas Gracias

ANEXO 2. Resultado de los promedios de la evaluación sensorial

Tabla 36. Resultado de los panelistas respecto al atributo sabor de las barras energéticas con harina desengrasada de sachu inchi y jarabe de yacón

Panelistas	A1		A2		A3	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	7	6	6	7	6	7
2	4	5	6	5	5	7
3	4	7	5	6	5	5
4	7	6	7	7	6	6
5	6	6	6	5	5	5
6	7	7	6	5	6	6
7	4	5	5	6	6	6
8	5	6	5	7	5	5
9	5	6	5	6	5	4
10	4	6	6	7	5	4
11	6	6	5	7	5	7
12	6	5	5	6	6	5
13	6	6	4	5	6	4
14	7	6	4	5	5	4
15	4	4	7	7	6	5
16	4	6	5	6	5	5
17	5	6	5	7	6	5
18	6	5	6	6	5	7
19	7	6	5	5	6	5
20	7	6	6	5	5	4
Promedio	5,55	5,80	5,45	6,00	5,45	5,30

Tabla 37. Resultado de los panelistas respecto al atributo olor de las barras energéticas con harina desengrasada de sachu inchi y jarabe de yacón

Panelistas	A1		A2		A3	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	7	6	6	6	5	6
2	6	6	6	6	5	6
3	5	6	6	5	5	4
4	7	6	6	5	6	5
5	6	4	5	6	5	5
6	6	6	6	6	6	6
7	6	6	5	4	5	4
8	6	5	5	6	5	5
9	4	5	5	6	5	5
10	5	6	4	7	5	5
11	6	6	6	6	6	6
12	6	5	5	6	5	5
13	5	6	5	5	5	4
14	7	6	5	5	5	4
15	4	4	6	7	6	5
16	5	7	5	7	5	5
17	4	7	5	6	5	5
18	5	6	6	5	5	5
19	6	6	4	7	6	5
20	7	6	4	5	3	4
Promedio	5,65	5,75	5,25	5,80	5,15	4,95

Tabla 38. Resultado de los panelistas respecto al atributo sabor de las barras energéticas con harina desengrasada de sachu inchi y jarabe de yacón

Panelistas	A1		A2		A3	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	7	6	6	5	5	7
2	5	6	6	7	6	7
3	6	7	5	6	7	7
4	6	6	5	5	6	5
5	6	5	6	6	5	5
6	6	6	7	7	7	7
7	6	7	7	4	7	6
8	4	6	5	7	4	5
9	6	5	5	5	7	5
10	5	6	4	7	6	6
11	6	6	7	6	5	5
12	7	5	4	6	5	6
13	6	6	5	5	5	5
14	5	7	6	6	5	6
15	4	6	7	6	4	4
16	4	6	6	5	5	5
17	5	6	5	7	6	7
18	7	6	6	5	6	6
19	7	6	4	5	4	6
20	6	7	4	5	4	4
Promedio	5,70	6,05	5,50	5,75	5,45	5,70

Tabla 39. Resultado de los panelistas respecto al atributo textura de las barras energéticas con harina desengrasada de sachu inchi y jarabe de yacón

Panelistas	A1		A2		A3	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	6	6	6	5	6	7
2	7	6	6	6	5	6
3	5	7	6	5	6	5
4	6	5	5	6	5	5
5	6	5	5	6	5	5
6	6	6	7	5	7	5
7	7	6	7	6	4	6
8	5	6	4	5	5	4
9	5	5	5	5	6	5
10	5	6	4	7	6	4
11	7	5	6	5	6	6
12	6	5	4	5	5	5
13	6	6	5	5	6	5
14	5	5	6	6	5	4
15	7	6	5	5	3	6
16	5	6	5	6	3	6
17	6	6	6	6	5	6
18	7	6	6	6	7	5
19	7	5	6	6	7	4
20	5	6	5	5	5	4
Promedio	5,95	5,70	5,45	5,55	5,35	5,15

Tabla 40. Resultado de los panelistas respecto al atributo apariencia general de las barras energéticas con harina desengrasada de sachá inchi y jarabe de yacón

Panelistas	A1		A2		A3	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	6	6	7	6	6	5
2	5	6	6	6	6	7
3	5	6	5	5	5	5
4	5	6	5	5	6	5
5	5	6	6	6	6	6
6	5	6	6	6	6	7
7	5	6	5	5	5	6
8	5	6	5	6	5	5
9	5	5	5	5	7	4
10	5	6	4	7	6	4
11	5	6	6	7	5	6
12	6	6	5	5	6	5
13	7	7	5	6	6	4
14	6	7	6	5	4	6
15	4	4	7	5	6	4
16	4	6	5	5	5	5
17	6	7	7	6	6	6
18	6	6	7	7	5	6
19	7	7	4	5	5	5
20	6	6	5	5	4	4
Promedio	5,40	6,05	5,55	5,65	5,50	5,25

**ANEXO 3. RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA HARINA
DESENGRASADA DE SACHA INCHI**

INFORME DE ENSAYO N° 003-2017

N° DE OFICIO : 067-2017-UNS-DFI
 N° DE RECIBO DE PAGO : 01788363-5-A
 CLIENTE : PERCY GASPAS GONZALES
 ARON LOT QUINTANA GALINDO
 DIRECCIÓN : _____
 PRODUCTO DECLARADO : HARINA DESENGRASADA DE SACHAINCHI
 TIPO DE ENVASE : Papel Aluminio
 TIPO DE EMPAQUE : _____
 INFORMACION DE LA ETIQUETA : SIN MARCA

INFORMACIÓN DEL ENSAYO :
 LABORATORIO : NYT
 FECHA DE RECEPCIÓN : 16.10.2017
 FECHA DE ENSAYO : Inicio: 17.10.17 Término:19.10.17

METODO DE ENSAYO :
 ✓ NTP 205.002:1979 (Revisada el 2011) CEREALES Y MENESTRAS. Determinación del contenido de humedad. Método usual. 1a Edición
 ✓ NTP 205.004:1979 (Revisada el 2011) CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de cenizas. 1a Edición
 ✓ NTP 205.005:1979 (Revisada el 2011) CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de proteínas totales (método de Kjeldahl). 1a Edición
 ✓ NTP 205.006:1980 (Revisada el 2011) CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de materia grasa. 1a Edición
 ✓ NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011) CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la fibra cruda. 1a Edición
 ✓ Tabla Peruana de los Alimentos : Calculo de Carbohidratos
 ENSAYO REALIZADO EN : Instituto de Investigación Agroindustrial – AV. Universitaria sin número
 RESULTADOS : -Urb bella mar 1 etapa

ANÁLISIS QUÍMICOS	
CODIGOS M456	
HARINA DESENGRASADA DE SACHAINCHI	
Humedad %	7,52
Cenizas%	4,45
Proteínas %	53,3
Grasas %	9,78
Fibra%	9,62
Carbohidratos %	15,33

Observaciones: El análisis se realizó por duplicado y se reporta el promedio

IITA DIRECTOR



Nuevo Chimbote, 19 de Octubre 2017

ANEXO 4. RESULTADO DE LOS ACIDOS GRASOS DE LA HARINA DESENGRASADA DE SACHA INCHI

INFORME DE ENSAYO N° 002-2017

N° DE OFICIO : 067-2017-UNS-DFI
 N° DE RECIBO DE PAGO : 01788363-5-A
 CLIENTE : PERCY GASPAS GONZALES
 ARON LOT QUINTANA GALINDO
 DIRECCIÓN :
 PRODUCTO DECLARADO : HARINA DESENGRASADA DE SACHAINCHI
 TIPO DE ENVASE : Papel Aluminio
 TIPO DE EMPAQUE :
 INFORMACION DE LA ETIQUETA : SIN MARCA
 INFORMACIÓN DEL ENSAYO :
 LABORATORIO : NYT
 FECHA DE RECEPCIÓN : 16.10.2017
 FECHA DE ENSAYO : Inicio: 17.10.17 Término: 19.10.17
 METODO DE ENSAYO : Ácidos grasos: AOAC oficial method 991.39 fatty acids in encapsulated fish oils and fish oil methyl and ethyl esters
 ENSAYO REALIZADO EN : Instituto de Investigación Agroindustrial – AV. Universitaria sin número – Urb bella mar 1 etapa
RESULTADOS

ANÁLISIS: QUÍMICOS	
CODIGOS: M458	
HARINA DESENGRASADA DE SACHAINCHI	
Ácidos grasos (%)	Acido mirístico : 1,3998% Acido palmítico : 4,9898% Acido oleico (cis -9) : 8,1817% Acido linoleico cis(9,12) : 33,8401% Acido linolenico (cis -9,12,15) 51,6820%
Observaciones: El análisis se realizo por duplicado, y se reporta el promedio	

Nuevo Chimbote, 19 de Octubre 2017


 IITA DIRECTOR
 

ANEXO 5. REPORTE DE ENSAYO DE LOS ACIDOS GRASOS DE LA HARINA DESENGRASADA DE SACHA INCHI

REPORTE DE ENSAYO

Analysis Date & Time : 17/10/2017 22:41:20

User Name : Admin

Vial# : 3

Sample Name : HARINA DESENGRASADA DE SACHAINCHI

Sample ID : HARINA DESENGRASADA DE SACHAINCHI

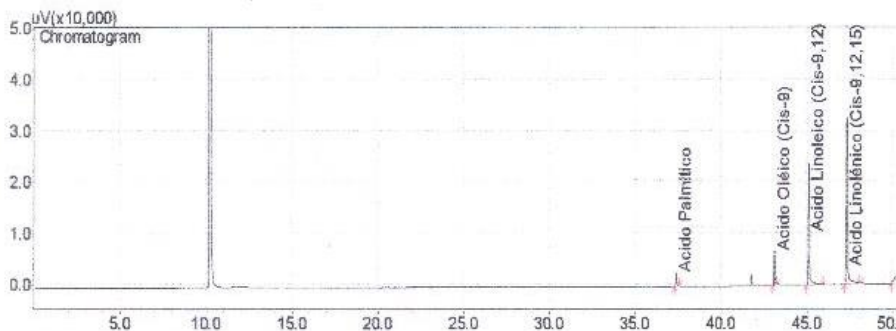
Sample Type : Unknown

Injection Volume : 1,00

ISTD Amount :

Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\HARINA DESENGRASADA DE SACHAINCHI 1.gcd

Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rf-2560).gcm



Peak#	Ret Time	Area	Height	Area%	Units	Compound ID#	Compound Name
1	32.403	99928	16811	1.3998	%	15	Acido mirístico
2	37.326	75124	12590	4.0098	%	17	Acido palmítico
3	43.286	40530.5	4854.5	8.1817	%	18	Acido Oléico (Cis-9)
4	45.169	1085119.9	153262.5	33.8401	%	19	Acido Linoleico (Cis-9,12)
5	47.387	1512738.0	209335.9	51.6820	%	20	Acido Linolénico (Cis-9,12,15)

ANEXO 6. CONTENIDO DE FRUTOOLIGOSACARIDOS EN EL JARABE DE YACÓN



Universidad Nacional Agraria La Molina Instituto de Biotecnología - Biotecnología Industrial



Av. La Molina s/n, La Molina Apdo. 12056. Lima-Perú. Telf. 614-7800 Anexo 436
<http://www.lamolina.edu.pe/institutos/ibt/>
ibt@lamolina.edu.pe

RESULTADOS DE ANALISIS*

CLIENTE: ARON LOT QUINTANA GALINDO
PERCY LUIS GASPAR GONZALEZ
MUESTRA: JARABE DE YACÓN

Muestra	Fructooligosacáridos ¹ (g/100 g)
JARABE DE YACON	49.81

Resultado de tres repeticiones

*Muestra proporcionada por el cliente

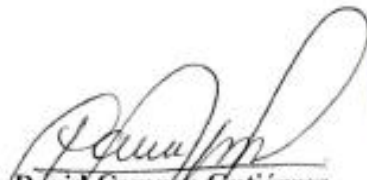
¹ Método, adaptado de: Laura Jaime, María A. Martín-Cabrejas, Esperanza Mollá, Francisco J. López-Andréu, and Rosa M. Esteban, 2001. Effect of Storage on Fructan and Fructooligosaccharide of Onion (*Allium cepa* L.). J. Agric. Food Chem., 49, 982-988

Advertencia:

- El muestreo y las condiciones de manejo de las muestras hasta su ingreso a los Laboratorios del IBT -UNALM son de responsabilidad del solicitante
- Los resultados son válidos sólo para la muestra recibida

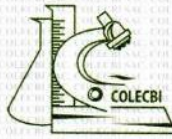
Fecha de realización de los ensayos: de 16/08/16 al 18/08/16

La Molina, 31 de Agosto del 2016.


Dr. David Campos Gutiérrez
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL



ANEXO 7. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LA BARRA ENERGÉTICA



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE
 Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 4209-16

SOLICITADO POR	GASPAR GONZALEZ PERCY LUIS
	QUINTANA GALINDO ARÓN LOT
DIRECCIÓN	AA.HH. Las Ponceñas J – 19 Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	BARRA ENERGÉTICA FUNCIONAL CON HARINA DESENGRASADA DE SACHA INCHI (Plukenetia volubilis) Y JARABE DE YACÓN (Smallanthus sonchifolicus)
CANTIDAD DE MUESTRA	01 muestra x 100g
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	Bolsa de polipropileno, transparente cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN	2016-12-16
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	2016-12-16
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO	2016-12-17
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS	Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.
CODIGO COLECBI	SS 002313-16

RESULTADOS

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	MUESTRA BASE
Proteínas (%) Factor 6,25	3,8
Humedad (%)	3,3
Grasa (%)	6,92
Cenizas (%)	1,00
Fibra (%)	8,05
Carbohidratos (%)	76,93

METODOLOGÍA EMPLEADA

- Proteínas:** UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.
- Humedad:** NMX – F-289 - 1977
- Grasa:** UNE 64021 197C
- Cenizas:** UNE 64019 1971
- Fibra:** NMX-F-090-1978
- Carbohidratos:** Diferencia

NOTA:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
 - Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
 - Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Diciembre 19 del 2016.

GVJ/rjms

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorios
 C.R.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Rev. 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

ANEXO 8. ANALISIS DE INDICE DE PERÓXIDO



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. DE AGROINDUSTRIA
Laboratorio de Análisis y Composición de los Productos
Agroindustriales

HOJA DE RESULTADOS ANÁLISIS DE ÍNDICE DE PERÓXIDO

Según NTP 209.006:1968

MUESTRA: BARRA ENERGÉTICA FUNCIONAL CON HARINA
DESENGRASADA DE SACHA INCHI (Plukenetia Volubilis) Y
JARABE DE YACON (Smallanthus sonchifolius)

USUARIO: GASPAR GONZALEZ PERCY LUIS
QUINTANA GALINDO ARON LOT

ANALISTA: Ing. JOHN KELBY GONZALES CAPCHA

Fecha: 12 de Diciembre del 2016.

ÍNDICE DE PERÓXIDO	
MUESTRA: BARRA ENERGÉTICA FUNCIONAL	
DATOS:	
	M1
M	0,8
B	0,1
N	0,01
W	0,5102
MUESTRA 1	
IP	13,720
DONDE:	
M: GASTO DE LA MUESTRA	
B: GASTO DEL BLANCO	
N: NORMALIDAD DEL TIOSULFATO DE SODIO	
W: PESO DE LA MUESTRA	
IP: ÍNDICE DE PERÓXIDO (meq. De O ₂ /Kg. De la muestra)	



ANEXO 9. COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DE LA BARRA ENERGÉTICA

INFORME DE ENSAYO N° 001-2017

N° DE OFICIO : 067-2017-UNS-DFI
N° DE RECIBO DE PAGO : 01788383-5-A
CLIENTE : PERCY GASPAR GONZALEZ, ARON QUINTANA GALINDO
DIRECCIÓN : _____

PRODUCTO DECLARADO : BARRA ENERGETICA
TIPO DE ENVASE : Papel Aluminio
TIPO DE EMPAQUE : _____
INFORMACION DE LA ETIQUETA : SIN MARCA

INFORMACIÓN DEL ENSAYO
LABORATORIO : NYT
FECHA DE RECEPCIÓN : 30.01.2017
FECHA DE ENSAYO : Inicio: 03.02.17 Término: 04.02.17
METODO DE ENSAYO : Ácidos grasos: AOAC oficial method 991.39 fatty acids in encapsulated fish oils and fish oil methyl and ethyl esters

ENSAYO REALIZADO EN : Instituto de Investigación Agroindustrial – AV. Universitaria sin número – Urb bella mar 1 etapa

RESULTADOS

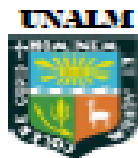
ANÁLISIS QUÍMICOS		
ENSAYOS	BLANCO 1 BARRA ENERGETICA CON HARINA SACHA INCHI	CONTROL 1 MUESTRA BASE
Ácidos grasos (%)	Acido mirístico : 16,534% Acido palmítico : 13,026% acido esteárico : 4,994% Acido oleico (cis -9) : 12,401% Acido linoleico cis(9,12) : 26,130% Acido linolenico (cis -9,12,15) 26,912%	Acido Mirístico : 33,602 % Acido Palmítico : 24,293 % Acido Esteárico : 6,369 % Acido Oleico (Cis-9) : 20,825 % Acido Linoleico (Cis-9-12) : 14,911 %
Observaciones:		

Nuevo Chimbote, 09 de febrero 2017



IITA

ANEXO 10. COMPOSICION DE FRUCTOOLIGOSACARIDOS DE LA BARRA
ENERGETICA



Universidad Nacional Agraria La Molina

Instituto de Biotecnología

Biología Industrial & Bioprocesos
Av. La Molina s/n. La Molina Apdo. 12056. Lima-Perú. Telf. 614-7800 Anexo 436
<http://www.lamolina.edu.pe/institutos/ibt/>
ibtbi@lamolina.edu.pe



RESULTADOS DE ANALISIS*

CLIENTE: PERCY GASPAR GONZALEZ – ARON LOT QUINTANA GALINDO
MUESTRA: BARRA DE CEREAL ENERGETICA CON SACHA INCHI Y JARABE DE
YACON

Muestra	Fructooligosacáridos ¹ (g/100 g)
BARRA DE CEREAL ENERGETICA	0.56

Resultado de tres repeticiones.

*Muestra proporcionada por el cliente

¹ Método, adaptado de: Laura Jaime, María A. Martín-Cabrejas, Esperanza Mollá, Francisco J. López-Andrés, and Rosa M. Esteban, 2001. Effect of Storage on Fructan and Fructooligosaccharide of Onion (*Allium cepa* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 49, 982-988

Advertencia:

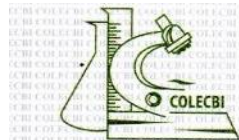
- El muestreo y las condiciones de manejo de las muestras hasta su ingreso a los Laboratorios del IBT -UNALM son de responsabilidad del solicitante
- Los resultados son válidos sólo para la muestra recibida

Fecha de realización de los ensayos: de 13/02/17 al 17/02/17

La Molina, 17 de Febrero del 2017.

Dr. David Campos Gutiérrez
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL & BIOPROCESOS

ANEXO 11. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA BARRA ENERGÉTICA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 4070-16

SOLICITADO POR: GASPAR GONZALEZ PERCY LUIS
QUINTANA GALINDO ARÓN LOT

DIRECCIÓN: AA.HH. Las Ponconas J - 19 Nuevo Chimbote.

PRODUCTO DECLARADO: BARRA ENERGÉTICA FUNCIONAL CON HARINA DESENGRASADA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) Y JARABE DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*)

CANTIDAD DE MUESTRA: 02 muestras x 100g c/u

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: Bolsa de polipropileno, transparente cerrada.

FECHA DE RECEPCIÓN: 2016-12-06

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 2016-12-06

FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO: 2016-12-11

CONDICIÓN DE LA MUESTRA: En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS: Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.

CODIGO COLECBI: SS 002233-16

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	M - 1
Mohos (UFC/g)	<10
Estafilococos Coagulasa Positivo (UFC/g)	<10
Presuntos <i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	<10 ²
Salmonella en 25g	Ausencia

re : Recuento estimado

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	M - 2
(*) Proteínas (%) Factor 6,25	11,25
(*) Humedad (%)	4,2
(*) Grasa (%)	6,64
(*) Cenizas (%)	1,24
(*) Fibra (%)	1,88
(*) Carbohidratos (%)	74,79

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Mohos y Levaduras: ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol 1 2da Ed. Editorial Acribia - España pág.: 166 a 167.

Presuntos *Bacillus cereus*: ICMSF 1983 Reimpresión 2000 Vol 1 2da Ed. Editorial Acribia - España pág.: 285 - 286. Recuento de presuntos *Bacillus cereus*.

Recuento de Estafilococos Coagulasa Positivo: ISO 6888-1: 1999(E). (includes Amendment 1 2003) Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive Staphylococci (staphylococcus aureus and other species). Part 1: Technique using Baird Parker agar medium. AMENDMENT 1: Inclusion of precision data. A 37°C

Salmonella: UNE-EN ISO 6579:2003. Microbiología de los Alimentos para Consumo Humano y Alimentación Animal. Método Horizontal para la Detección de *Salmonella spp.* Excepto el ítem 9.5.4.5. Medio selectivo opcional empleado (de acuerdo a la norma): Agar Salmonella-Shigella.

Proteínas: UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Humedad: NMX - F- 289 - 1977

Grasa: UNE 64002 1970

Cenizas: UNE 64019 1971

Fibra: NMX-F-090-1978

Carbohidratos: Diferencia

NOTA:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirmiancia por ser la muestra Producto Percibible.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Diciembre 12 del 2016.

GVR/jms

LC-MP-HRIE

Rev. 04

Fecha 2015-11-30

A. Gustavo Vargas Ramos

Gerente de Laboratorios

C.B.P. 265

COLECBI S.A.C.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / mediambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

ANEXO 12. FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN



Foto 1. Selección del sachá



Foto 2. Prensado y extracción del aceite de sachá inchi



Foto 3. Almendras desengrasada de sachá inchi



Foto 4. Molido de almendras desengrasadas de sachá inchi



Foto 5. Tamizado para la obtención de harina.



Foto 6. Trozado de yacón



Foto 7. Trozos de yacón sumergidas en agua con ácidos ascórbico al 0.15%.



Foto 8. Concentrado del jugo de yacón



Foto 9. Control de los grados Brix del pre jarabe



Foto10. Jarabe de yacón a 73 ° Brix



Foto11. Medición de pH del jarabe de yacón



Foto12. Insumos para la elaboración de barras energéticas



Foto13. Pesado de jarabe de yacón



Foto14. Mezclado y homogenizado de insumos secos



Foto15. Baño maría de insumos semilíquidos.



Foto 16. Mezcla de insumos secos y semilíquidos



Foto17. Moldes de acero inoxidable.



Foto18. Moldeado de las barras.



Foto19. Horneado de las barras.



Foto 20. Medición de barras



Foto 21. Etapa de enfriado de las barras.



Foto 22. Los seis tratamientos en estudio.



Foto 23. Evaluación sensorial por panelistas semientrenados.

