

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS:

**Desarrollo de una barra energética saludable con harina de
cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) y jarabe de yacón
(*Smallanthus sonchifolius*)**

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. Dianee CHAVEZ MALCA

ASESOR:

M. Cs. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mis padres: Doris y Rodrigo, quienes son los forjadores para nuestro desarrollo personal y profesional enseñándonos a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, han aportado a todo lo que somos como persona, nuestros valores, principios, perseverancia y empeño, y de manera muy especial a Hersy que Dios te tenga en su gloria, gracias por compartir tu vida con nosotros siempre presente en los logros.

AGRADECIMIENTO

- *A mis profesores de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, a mi tricentenaria Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y, en particular, a los profesores de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, por su inquebrantable compromiso con compartir sus experiencias y promover mi formación académica.*
- *Al M. Cs. Cronwell Eduardo Alarcón Mundaca por la asesoría de este trabajo y por el apoyo incondicional brindado para culminar esta investigación, Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Muchas gracias Ingeniero.*
- *A mis hermanos, amigos y a todos aquellos que contribuyeron de una u otra forma en mi formación académica.*

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito desarrollar una barra energética saludable con adición de harina de cascarilla de cacao (HCC) en proporciones de 4, 8 y 12% y jarabe de yacón (JY) en concentraciones de 5, 10 y 15%; además se añadió quinua y kiwicha expandida, coco rallado, miel de abeja y pasas. Se diseñaron 9 tratamientos con un testigo utilizando un diseño de bloques aleatorio (DCA) con arreglo factorial 3^2 . Se realizó la evaluación sensorial de los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia general a las barras energéticas con HCC y JY utilizando una escala hedónica de 7 puntos con 20 panelistas no entrenados. Se determinó las características fisicoquímicas (proximal, fructooligosacáridos e índice de peróxido) del tratamiento óptimo de la aceptabilidad sensorial. Los resultados de las pruebas organolépticas establecieron como el tratamiento óptimo al tratamiento 5 (T5) (8% de HCC y 10% JY) que según escala hedónica corresponde a “me gusta”; siendo su composición proximal de 5,19% de humedad, 10,34% de proteínas, 5,56% de grasa; 1,51% de cenizas, 7,73% de fibra bruta y 69,67% de carbohidratos e índice de peróxido de 5,58 meq O_2 /kg de muestra. La barra energética desarrollada mostró aceptabilidad sensorial, siendo además muy nutritivo, funcional y saludable, y libre de rancidez; que puede ser consumido por la población en general.

Palabras clave: Harina de cascarilla de cacao, jarabe de yacón, barra energética.

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a healthy energy bar with the addition of cocoa husk flour (HCC) in proportions of 4, 8 and 12% and yacon syrup (JY) in concentrations of 5, 10 and 15%; in addition, quinoa and expanded kiwicha, grated coconut, honey and raisins were added. Nine treatments were designed with a control using a randomized block design (RBD) with factorial arrangement 3². Sensory evaluation of the attributes color, odor, flavor, texture and general appearance of the energy bars with HCC and JY was carried out using a 7-point hedonic scale with 20 untrained panelists. Physicochemical characteristics (proximal, fructo-oligosaccharides and peroxide value) of the optimal treatment were determined for sensory acceptability. The results of the organoleptic tests established treatment 5 (T5) as the optimum treatment (8% HCC and 10% JY), which according to the hedonic scale corresponds to "I like it"; its proximal composition was 5.19% moisture, 10.34% protein, 5.56% fat, 1.51% ash, 7.73% crude fiber and 69.67% carbohydrates and peroxide value of 5.58 meq O₂/kg of sample. The energy bar developed showed sensory acceptability, being also very nutritious, functional and healthy, and free of rancidity; which can be consumed by the general population.

Key words: Cocoa husk flour, yacón syrup, energy bar

ÍNDICE

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Hipótesis.....	4
1.5 Justificación.....	4
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. El cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>).....	7
2.2.1. Generalidades	7
2.2.2. Taxonomía	8
2.2.3. Composición química	9
2.2.4. Variedades	10
2.3. Cascarilla del cacao.....	11
2.3.1. Generalidades	11
2.3.2. Valor nutricional.....	12
2.3.3. Usos de la cascarilla de cacao	14
2.4. El yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	15
2.4.1. Generalidades	15
2.4.2. Clasificación taxonómica	16
2.4.3. Valor nutricional.....	17
2.4.4. Azúcares en el yacón	18
2.4.5. Polifenoles en yacón.....	20
2.5. Jarabe de yacón	21
2.5.1. Generalidades	21
2.5.2. Propiedades	22

2.5.3.	Bondades nutricionales	22
2.5.4.	Requisitos de elaboración.....	23
2.6.	Barras energéticas.....	24
2.6.1.	Generalidades	24
2.6.2.	Valor nutricional de la barra energética.....	24
2.6.3.	Tipo de barras energéticas	25
2.6.4.	Proceso de elaboración de la barra energética.....	26
2.6.5.	Evaluación sensorial.....	27
2.6.6.	Pruebas afectivas	28
2.6.7.	Escala hedónica	28
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....		30
3.1.	Materiales.....	30
3.1.1.	Materia prima y otros	30
3.1.2.	Materiales de laboratorio	30
3.1.3.	Reactivos.....	30
3.2.	Equipos e Instrumentos	31
3.3.	Métodos de Análisis Físicoquímicos	31
3.3.1.	Análisis fisicoquímico y funcional de la harina de cascarilla de cacao... 31	
3.3.2.	Análisis fisicoquímico del jarabe de yacón.....	31
3.3.3.	Análisis fisicoquímico de la barra energética saludable con harina de cascarilla de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) y jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	32
3.3.4.	Análisis sensorial.....	32
3.4.	Diseño Experimental.....	33
3.4.1.	Niveles de formulación y distribución de los tratamientos planteados ... 33	
3.4.2.	Obtención de harina de cascarilla de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>).....	33
3.4.3.	Obtención del jarabe de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)	34
3.4.4.	Elaboración de la barra energética saludable a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón.....	34
3.5.	Diseño Estadístico	36
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		37
4.1.	Caracterización de la materia prima	37
4.1.1.	Tamaño de partícula de harina de cascarilla de cacao variedad criollo	37

4.1.2.	Caracterización fisicoquímica de la harina de cascarilla de cacao	38
4.1.3.	Caracterización funcional de la harina de cascarilla de cacao	39
4.1.4.	Caracterización fisicoquímica del jugo y jarabe de yacón	40
4.1.5.	Valores de fructooligosacáridos (FOS) de jarabe de yacón	41
4.2.	Evaluación organoléptica de la barra energética	41
4.2.1.	Evaluación estadística del atributo color	42
4.2.2.	Evaluación estadística del atributo olor.....	43
4.2.3.	Evaluación estadística del atributo sabor.....	44
4.2.4.	Evaluación estadística del atributo textura.....	45
4.2.5.	Evaluación estadística del atributo apariencia general.....	47
4.3.	Caracterización química de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón.....	49
4.3.1.	Valor nutricional de la barra energética óptima	49
4.3.2.	Valores de índice de peróxido de la barra energética	51
V.	CONCLUSIONES	53
VI.	RECOMENDACIONES	54
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
VIII.	ANEXOS.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 <i>El fruto del cacao (Theobroma cacao L.) y sus partes</i>	8
Figura 2 <i>Partes de la mazorca y del grano de cacao</i>	12
Figura 3 <i>El yacón (Smallanthus sonchifolius)</i>	16
Figura 4 <i>Flujograma de operaciones para elaborar la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón</i>	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Composición química almendras de cacao fermentado y seco.....	9
Tabla 2 <i>Composición fisicoquímica del cacao sin tostar</i>	10
Tabla 3 Composición proximal del análisis de cascarilla de cacao	13
Tabla 4 <i>Composición fisicoquímica de la harina de cascarilla de cacao (HCC) criollo, cascarilla de cacao CCN 51 y harina de trigo</i>	14
Tabla 5 Composición fisicoquímica del yacón (g/100 g)	18
Tabla 6 Azúcares presentes en el yacón.....	19
Tabla 7 <i>Contenido de oligofruktanos de algunos productos</i>	20
Tabla 8 <i>Tipos de barras energéticas</i>	25
Tabla 9 <i>Formulación de barras energéticas con avena - quinua y avena - amaranto</i>	27
Tabla 10 <i>Formulación para la producción de la barra energética saludables con harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón</i>	33
Tabla 11 <i>Distribución del tamaño de partícula de la harina de cascarilla de cacao</i>	37
Tabla 12 <i>Características fisicoquímicas de la harina de cascarilla de cacao</i>	38
Tabla 13 <i>Características funcionales de la harina de cascarilla de cacao</i>	39
Tabla 14 <i>Características fisicoquímicas del jugo y jarabe de yacón</i>	40
Tabla 15 <i>Valor de fructooligosacáridos del jarabe de yacón</i>	41
Tabla 16 <i>ANOVA del atributo color de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón</i>	42
Tabla 17 <i>ANOVA del atributo olor de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón</i>	43
Tabla 18 <i>Prueba de Tukey para el atributo olor de la proporción harina de cascarilla de cacao</i>	44
Tabla 19 <i>Prueba de Tukey para el atributo olor de la proporción jarabe de yacón</i> .	44
Tabla 20 <i>ANOVA del atributo sabor de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón</i>	45
Tabla 21 <i>ANOVA del atributo textura de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón</i>	46
Tabla 22 <i>Prueba de Tukey para el atributo textura de la proporción harina de cascarilla de cacao</i>	46
Tabla 23 <i>Prueba de Tukey para el atributo olor de la proporción jarabe de yacón</i> .	47

Tabla 24 ANOVA del atributo apariencia general de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón.....	47
Tabla 25 Prueba de Tukey para el atributo apariencia general de la proporción harina de cascarilla de cacao	48
Tabla 26 Prueba de Tukey para el atributo apariencia general de la proporción jarabe de yacón.....	48
Tabla 27 Valor nutricional de la barra energética testigo y del tratamiento óptimo .	49
Tabla 28 Valor de índice de peróxido de la barra energética óptima	51

ANEXOS

ANEXO 1 FICHA TÉCNICA DEL ZUMO DE YACÓN.....	66
ANEXO 2 FICHA DE EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA LA BARRA ENERGÉTICA A BASE DE HARINA DE CASCARILLA DE CACAO Y JARABE DE YACÓN.....	68
ANEXO 3 NORMA CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO.....	69
ANEXO 4 EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA BARRA ENERGÉTICA	72
ANEXO 5 PANEL FOTOGRÁFICO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	77

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el interés por productos nutritivos y saludables es cada vez mayor en todo el mundo, las barras energéticas se han convertido en una tendencia para llevar un estilo de vida sana, están constituidas con cereales, fruto secos pero además también se le pueden adicionar ingredientes que enriquezcan su valor nutritivo convirtiéndola en un alimento saludable y funcional, aportando sustancias nutritivas naturales en beneficio para la salud de las personas, cuya función principal es aportar calorías, vitaminas, minerales, fibra y proteínas.

Uno de los aspectos más importantes para la salud humana a lo largo de la vida es llevar una dieta saludable. Una de las principales causas del aumento del riesgo de padecer enfermedades no transmisibles graves, como la diabetes mellitus, el cáncer y las enfermedades cardiovasculares, es una dieta deficiente. Un excelente estado nutricional y una mayor calidad de vida están relacionados con una dieta saludable (Mariño et al., 2016).

Los clientes quieren comida rápida que sea nutritiva, variada y apetecible, y que al mismo tiempo promueva una salud excelente. La alimentación saludable se ha descuidado con frecuencia en favor de la comida rápida o las comidas preparadas, que contienen gran cantidad de productos químicos, grasas y conservantes artificiales. Los consumidores buscan ahora productos naturales que aporten al organismo los nutrientes que necesita y no provoquen aumento de peso, lo cual es uno de los nuevos efectos de estas tendencias sobre la salud.

Los subproductos provenientes del cacao, como la cascarilla, poseen un elevado contenido de fibra y compuestos bioactivos, que puede ser utilizadas en la formulación de alimentos para humanos, en especial ser utilizada para el desarrollo de nuevos productos que tengan efectos positivos sobre la salud de las personas

El yacón está compuesto por 40 a 70% en base seca de fructooligosacáridos (FOS) y 10 – 13% en peso húmedo (Muñoz, 2010). Al concentrar el jugo de este tubérculo se obtiene el jarabe, que se comercializa como miel y puede ser utilizado como ingrediente en productos alimenticios, por su aporte de fibra dietética y de prebióticos.

En este trabajo se pretende desarrollar barras energéticas saludables con harina de cascarilla de cacao y edulcorarlas con jarabe de yacón, a fin de obtener un producto con aporte de fibra, proteínas, polifenoles y fructooligosacáridos muy relevantes para la buena salud de los consumidores.

CAPITULO I

PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, se incrementa el consumo de productos con alto contenido de fibra dietética, por sus bondades nutritivas y saludables.

En la actividad agroindustrial se generan subproductos propios del procesamiento de frutas y hortalizas, estos se pueden utilizar en diversas alternativas, por la composición nutricional variada e importante que presentan.

“Entre los residuos agroindustriales más importantes y relevantes en el área hortofrutícola se encuentran las cáscaras, las semillas, las pulpas, entre otros” (Gustavsson et al. 2013).

Según Murillo (2008), los expertos en la producción de productos derivados del cacao determinan que el rendimiento de 100 kg de granos de cacao después de dos años es de aproximadamente el 85 %, y el 15 % restante se considera desperdicio. Las cáscaras de cacao constituyen el 12 % de este desperdicio.

Con un contenido total de oligofruktanos del 59,6 % en base húmeda y del 4,6 % en base seca, el yacón se considera una buena fuente de oligofruktanos, ya que contiene carbohidratos en forma de oligofruktanos de tipo inulina. El jarabe obtenido mediante la condensación de los jugos del tubérculo contiene esta sustancia química. Este líquido se utiliza actualmente como ingrediente en productos alimenticios y se comercializa como miel.

Debido a que contienen compuestos bioactivos que reducen el riesgo de enfermedades cardíacas, cáncer, diabetes, hipertensión y otras enfermedades, las barritas energéticas son productos funcionales que son alimentos combinados mejorados o enriquecidos (Ruiz, 2016).

Por esta razón en este estudio se empleará harina de cascarilla de cacao y el jarabe de yacón en el desarrollo de una barra energética saludable, este producto estará orientado a las personas que le dedican más tiempo a sus actividades laborales y otras actividades que los limita y no les alcanza el tiempo para poder alimentarse de una manera adecuada y saludable.

1.2 Formulación del problema

General

¿Cómo influirá el desarrollo de una barra energética saludable con la adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus*

sonchifolius) sobre las características fisicoquímicas, funcionales y sensoriales adecuadas?

Específicos

- ¿Cuáles serán los parámetros tecnológicos en el desarrollo de una barra energética saludable con adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)
- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas de la barra energética saludable con adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)?
- ¿Cuáles serán las características funcionales de la barra energética saludable con adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)?
- ¿Al evaluar organolépticamente la barra energética saludable con adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) tendrá aceptabilidad del consumidor?

1.3 Objetivos

General

Desarrollar una barra energética saludable con adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

Específicos

- Formular con parámetros tecnológicos adecuados la barra energética saludable con adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).
- Determinar las características fisicoquímicas de la barra energética saludable con adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).
- Determinar las características funcionales de la barra energética saludable con adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).
- Determinar la aceptabilidad de la barra energética saludable con adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), mediante análisis organoléptico.

1.4 Hipótesis

Hipótesis general

La adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en el desarrollo de una barra energética saludable tendrá influencias positivas sobre las características fisicoquímicas, funcionales y sensoriales.

Hipótesis específicas

- Con una formulación adecuada de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) se obtendrá parámetros tecnológicos adecuados de la barra energética saludable.
- Mediante técnicas analíticas será posible evaluar las características fisicoquímicas de la barra energética saludable con harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).
- Mediante técnicas analíticas será posible evaluar las características funcionales de la barra energética saludable con harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).
- La adición de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la barra energética saludable *influirá en la* aceptabilidad del consumidor.

1.5 Justificación.

Actualmente predomina la tendencia de consumir productos alimenticios que aporten nutrientes y compuestos bioactivos para la salud, tales como los alimentos saludables funcionales que brindan importancia nutricional y terapéutica en su consumo, las barras energéticas de cereales, frutos secos, con adición de harinas comestibles de subproductos agroindustriales es una nueva opción de productos que llegue al consumidor como parte de las tendencias actuales en alimentación. Las barras energéticas constituyen una buena opción de fiambre debido a la gran practicidad para transportarla, ya sea en la mochila, cartera o hasta en el bolsillo. La importancia de esta investigación es aprovechar un subproducto derivado del cacao, la cascarilla, que se puede obtener harina y ser añadido para formular una barra energética saludable por su alto contenido de fibra y compuestos bioactivos, además el jarabe de yacón se añadirá como endulzante que por su contenido de oligofruktanos solo cumple el papel de endulzar más no aportar calorías, y también contribuir con fibra dietética, estos productos que se utilizarán en la formulación de la barra energética contribuirán con la buena salud del consumidor.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Gastulo y Quevedo (2021), en su tesis: “*Elaboración de una barra alimenticia funcional de kiwicha (Amaranthus caudatus linnaeus), polen y miel de abeja (Apis mellifera)*”, determinaron el valor nutricional de la barra alimenticia funcional en una porción de 30 g, realizaron análisis químico sobre carbohidratos (65,38%), proteínas (11,97%) y grasa (3,10%). calcularon el aporte funcional en base a sus criterios funcionales: Azúcares reductores: 51.00 mg, Calcio: 32.00 mg, Fosforo: 54.29 mg, Hierro: 5.61 mg, Vitamina C: 18.10 mg, Potasio: 92.29 mg y Valor calórico: 339.16 kcal. Los análisis fisicoquímicos arrojaron los siguientes resultados: 15,65 % de humedad, 1,90 % de cenizas, 2,00 % de fibra, 0,078 % de acidez, 94,00 % de solubilidad y un pH de 6,50. Según el análisis microbiológico, el producto cumplía con la directiva de la DIGESA. El producto se envasó en bolsas de polipropileno. No contiene conservantes químicos, por lo que la única barrera para evitar su deterioro es el envase y su bajo contenido de humedad.

Siles y Guido (2020), en su tesis: “Barra energética a partir de cereales y frutos secos de alto valor nutricional y aporte energético”, elaboraron una barra energética a partir de cereales y frutos secos, presentando su formulación, valor energético y aceptación sensorial alcanzados. Tres formulaciones distintas, de las cuales solo una satisfacía los requisitos, fueron el objeto de una investigación transversal con énfasis descriptivo. El 6,57 % de proteínas totales, el 70,82 % de carbohidratos totales y el 11,66 % de grasas totales son los datos nutricionales más pertinentes. Mediante encuestas sensoriales a una población representativa de los clientes del gimnasio local de levantamiento de pesas, se determinó la aceptación del sabor de la barrita. Los resultados indicaron un resultado favorable de alta aceptación en criterios sensoriales como el aspecto, la textura, el sabor, el dulzor y el aroma. Como resultado, la barra energética creada ha cumplido todos los requisitos y parece ser una opción saludable.

Jiménez (2018), en su tesis: Desarrollo de una barra de cereal tipo energética mediante el uso de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*), concluyó lo siguiente: El perfil sensorial creado por la barra de control coincidía aproximadamente con los perfiles sensoriales de una de las formulaciones y la seleccionada por el algoritmo.

Se descubrió que esta mezcla contenía un 40 % de azúcar invertido, un 5 % de cáscara de cacao y un 55 % de mezcla seca. La mayoría de las características sensoriales, nutricionales, químicas y físicas eran mejores que las de la barra de control.

Espinoza y Padilla (2015), en su 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”, concluyeron lo siguiente: Las barritas elaboradas con kiwicha, semillas de chí y cáscaras de frutas y verduras tenían un mayor contenido proteico (9,78 g \pm 0,264 (Chiak1), 12,35 g \pm 0,318 (Chiak2) y 12,14 \pm 0,378 (Chiak3)) y un menor contenido de grasa (9,53 g \pm 0,191 (Chiak1), 11,17 g \pm 0,884 (Chiak2) y 11,83 g \pm 0,314 (Chiak3)) en comparación con las barritas comerciales. Además, el contenido de fibra dietética era entre un 50 % y un 70 % superior al de la mezcla de cereales (5,71 % de proteínas y 20,95 % de grasa). Las barritas «ChiaK3» gustaron mucho a los niños en edad preescolar (95 %) y a los escolares (90 %) debido a su sabor. Su contenido en componentes fenólicos es de 1112 \pm 0,076 (mg EAG/g). 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.

Hernández (2011), en su trabajo de grado “Diseño y formulación de una barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel”, se optimizaron las variables contenido de polifenoles, capacidad antioxidante y aceptabilidad sensorial, y se obtuvo un rango de formulación óptimo. Utilizando programación lineal para tener en cuenta el factor de coste de la formulación, se obtuvo la siguiente combinación de ingredientes: 32 % de avena, 24 % de nueces y 245 % de pasas. El contenido calórico de la barra es de 396 kcal por cada 100 gramos, el contenido de proteínas y grasas es del 8,2 % y del 15 %, con un predominio de ácidos grasos poliinsaturados (67 %) y monoinsaturados (21 %), y el contenido de fibra dietética es de 7,14 g/100 g. 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. El cacao (*Theobroma cacao* L.)

2.2.1. Generalidades

El cacao (*Theobroma cacao* L.), miembro de la familia Malvaceae, se cultiva en zonas tropicales como Sudamérica, África Occidental y el Sudeste Asiático, según Cayetano et al. (2021). Los granos de este cultivo se envían a Norteamérica y Europa, principalmente para su uso en las industrias de la confitería y el chocolate. Según Dostert et al. (2017), el género *Theobroma* cuenta con 22 especies repartidas en seis secciones y pertenece a la subfamilia Sterculioideae (antes Sterculiaceae) de la familia Malvaceae. El dosel de los bosques tropicales húmedos alberga todas las especies. Su área de distribución natural se extiende desde el sur de la cuenca del Amazonas hasta el sur de México (18°N a 15°S). La región amazónica, que incluye los actuales Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia, es su centro de diversidad. Los árboles ramificados con hojas simples y un fruto carnoso e indehiscente (vaina) son las especies del género *Theobroma*. *Theobroma cacao* L. es la especie de la que se deriva todo el cacao cultivado para el mercado mundial.

Paredes M. (2003) menciona que los factores climáticos influyen en la producción de las plantaciones; por lo tanto, las condiciones de temperatura y humedad deben ser satisfactorias para el cultivo, ya que se trata de una planta perenne y su período vegetativo, como la floración, la germinación y la cosecha, está regulado por el clima. Los calendarios agroclimáticos, que se cultivan entre las latitudes 15° N y 15° S, se establecen por la relación entre el clima y la fase vegetativa.

El 60 % de los tipos de cacao del mundo se encuentran en Perú, una de las principales regiones productoras de cacao. El 96 % de la producción total del país proviene de siete de los 16 departamentos que se dedican a la producción de cacao: San Martín, Junín, Cusco, Ucayali, Huánuco, Ayacucho y Amazonas. Según Cayetano et al. (2021), la región de Piura también se está consolidando como productora de cacao blanco de primera calidad, que se distingue por su sabor, aroma y baja acidez.

En el año 2020, la producción de cacao fue de 153 mil toneladas en una superficie cosechada de 146,8 mil hectáreas. Es importante destacar que, el Perú es el segundo país productor de cacao orgánico y según la Organización Internacional

del Cacao (ICCO) el Perú es el tercer país latinoamericano productor y exportador del cacao fino y de aroma, después de Ecuador y Brasil (Cayetano et al., 20219).

El fruto del cacao está compuesto por tres elementos: la cáscara, que es la parte leñosa y crujiente que envuelve la semilla; las semillas, que están recubiertas de mucílago; y la cáscara, que envuelve las semillas (Carrasco, 2015).

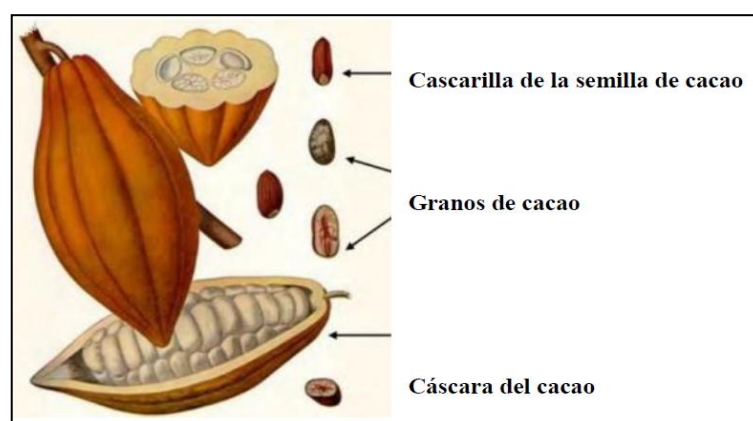
El cacao es una planta que requiere una cantidad suficiente de agua para realizar sus funciones metabólicas, según Carrasco (2015). En términos generales, la variable meteorológica que más fluctúa durante el año es la precipitación. Es el factor que determina las variaciones en el manejo del cultivo, y su distribución varía mucho de un lugar a otro. Las precipitaciones de 1600 a 2500 mm repartidas a lo largo del año son ideales para el cacao. Las precipitaciones superiores a 2600 mm pueden afectar a la producción del cultivo del cacao.

La temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores siguientes:

- Mínima de 23°C
- Máxima de 32°C
- Optima de 25°C

Figura 1

El fruto del cacao (Theobroma cacao L.) y sus partes



Nota. Obtenido de Carrasco (2015)

2.2.2. Taxonomía

Batista L. (2009) clasifica botánicamente al cacao de la siguiente manera

- División : Espermatofita
- Clase : Angiosperma
- Sub-clase : Dicotiledónea

Orden : Malvales
 Sub-orden : Malvinas
 Familia : Esterculiáceas
 Tribu : Bitneria
 Género : *Theobroma*
 Especie : *Cacao L.*

2.2.3. Composición química

Según Navia y Pazmiño (2012), hay una serie de variables, como el tipo de cacao, su lugar de origen, su nivel de madurez, la calidad de la fermentación y el secado, que afectan a la composición química de los granos de cacao. Su composición química también se ve influida por el procesamiento posterior a la cosecha. El agua, la grasa, los compuestos fenólicos, las sustancias nitrogenadas (proteínas y purinas), el almidón y otros carbohidratos son los principales componentes químicos del cacao.

Tabla 1

Composición química almendras de cacao fermentado y seco

Componente	Fermentado y seco (%)	Cáscara (%)	Germen o radícula (%)
Agua	5,00	4,50	8,50
Grasa	54,00	1,50	3,50
Cafeína	0,20	--	--
Teobromina	1,20	1,40	--
Polihidroxifenoles	6,00	--	--
Proteína bruta	11,50	1,90	25,10
Monooligosacáridos	1,00	0,10	2,30
Almidón	6,00	--	--
Pentosanos	1,50	7,00	--
Celulosa	9,00	26,50	4,30
Ácidos carboxílicos	1,50	--	--
Cenizas	2,60	8,00	6,30

Nota. Obtenido de Navia y Pazmiño (2012)

Tabla 2*Composición fisicoquímica del cacao sin tostar*

Componente	Valores (%)
Agua	10 - 12
Materia grasa	48 – 50
Albúmina, fibrina	20 – 21
Teobromina	2 – 4
Almidón, materias azucaradas	10 – 14
Celulosa	3 – 4
Minerales	3 – 4

Nota. Adaptado de Vásquez et al., (2022)

2.2.4. Variedades

Criollo: La historia afirma que los mayas bebían esta variedad de cacao, que ahora es muy apreciada por ser la más sabrosa. Debido a las dificultades para plantar y cultivar este tipo, solo los profesionales del chocolate lo utilizan por su gran valor. Sus granos de alta calidad destacan a pesar de su reputación de ser una variedad bastante débil con un rendimiento muy bajo. Los frutos, de tamaño mediano y alargado, tienen una piel arrugada con varios canales y extremos rectos y curvados. Su característica principal es que tienen semillas enormes, aromáticas, ovaladas o cilíndricas, de color blanco con un ligero toque de color. Carrasco (2015)

Forastero: Es un tipo de criollo silvestre que crece en la región amazónica. Se distingue por sus frutos pequeños con extremos redondeados, una cáscara plana, lisa y ligeramente arrugada con pequeños surcos en la superficie, y semillas diminutas, triangulares y de color púrpura. Su característica principal es que, en comparación con el criollo, es mucho más robusto y resistente a enfermedades o plagas específicas. A pesar de ser el cacao más utilizado en la industria del chocolate, el Forastero carece del delicado sabor del cacao Criollo. Esto se debe a que esta planta es resistente a enfermedades y plagas. Una de las razones por las que los productores de cacao comenzaron a añadir leche y azúcar al chocolate fue precisamente el sabor desagradable de esta variedad. (Tapia Yáñez, 2015)

Trinitario: En 1730, en la isla de Trinidad, los árboles de las especies Criollo y Forastero se cruzaron para generar esta forma de cacao. Con la potencia y resistencia de la variedad Forastero y el excelente sabor de la variedad Criollo, la planta de la variedad Trinitario crea una combinación casi ideal. La cáscara gruesa y algo rugosa de sus frutos tiene extremos redondeados y surcos notables. El miembro más significativo de este grupo es la variedad CCN-51 (Colección Castro Naranjal), creada mediante un cruce genético entre las variedades trinitario y forastero amazónico, lo que la convierte en un clon muy productivo con rasgos genéticos altamente resistentes a las enfermedades. (Sánchez-Mora, 2015).

2.3. Cascarilla del cacao

2.3.1. Generalidades

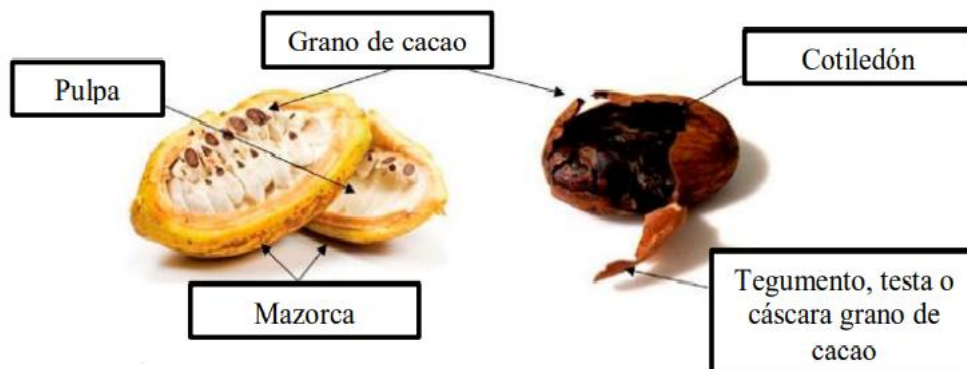
Coronado (2015) afirma que las cáscaras, que constituyen alrededor del 12 % del peso de la semilla, deben dejarse como residuo o desecho después de que el cacao pase por una serie de procesos y etapas, entre ellos la fermentación, el secado y el tostado, con el fin de producir productos y subproductos del cacao. No obstante, la cáscara mantiene las cualidades aromáticas de la almendra y las equilibra con una textura crujiente y fibrosa. El término «cáscara de cacao» o «cáscara» describe la cáscara o cáscaras externas limpias y bien conservadas del grano de cacao, que tienen entre un 2,85 % y un 3,14 % de grasa, frente al 30 % y el 50 % del cacao.

Como subproducto de la elaboración del chocolate, las cáscaras de cacao (CGC) suelen ser fáciles de recolectar y representan entre el 10 % y el 17 % del peso del grano de cacao (Figura 2). Según Pavlović et al. (2020), se trata de uno de los residuos agroindustriales que contiene una serie de sustancias químicas bioactivas que pueden aislarse y utilizarse para diversas aplicaciones.

Dependiendo del método, las CGC se extraen de los cotiledones del grano antes o después del tostado (Gutiérrez 2017). Algunas de las sustancias bioactivas del grano, que constituyen el 10 % de sus ingredientes totales, migran hacia la cáscara después del tostado o la fermentación y se concentran allí (Hernández et al. 2019).

Figura 2

Partes de la mazorca y del grano de cacao



Nota. Obtenido de Rojo et al., (2020)

Alava C. (2020), menciona que el procesamiento del cacao, conlleva a la generación de desechos como la cascarilla, al que no se le da un uso alimentario o no alimentario, siendo esta una fuente importante de antioxidantes naturales.

Paredes (2019) afirma que las cáscaras de cacao tienen un mayor contenido de antioxidantes que el té verde y que su alto contenido de magnesio —conocido como anandamida, un compuesto que se encuentra exclusivamente en el cacao y el chocolate y que sintetiza la glucosa y el colesterol—, así como su importante contenido de cromo, ayudan a perder peso.

Según Calle (2017), uno de los antioxidantes naturales que se encuentran en las cáscaras de cacao sirve como advertencia contra la aparición de enfermedades degenerativas, diversos tumores malignos, infecciones cardiovasculares y otras afecciones, ya que previene la producción de radicales libres en el ciclo de oxidación del organismo.

2.3.2. Valor nutricional

Sangronis *et al.*, (2014) estudiaron 5 muestras de cascarilla de cacao y comprobaron que los valores de contenido de humedad fueron $\leq 5\%$, en lo que respecta al contenido proteico es cercano a 20%. Su aporte proteico, unido a la presencia de otros constituyentes como la fibra, hace a la cascarilla de cacao muy interesante para destinarla a la alimentación animal. Su contenido de grasa es algo mayor a 1%, estudios previos indican valores menores al 6%. Las cenizas totales de las muestras variaron entre 7 y 8%. Al calcular el contenido de carbohidratos por diferencia se observaron valores entre 70 y 72%.

Las células pigmentarias de los cotiledones contienen los polifenoles que dan a los granos de cacao sus tonos blancos a morados oscuros. Los flavonoides, en particular tres grupos básicos con un núcleo común de tipo flavanol —catequinas (37 %), antocianinas (4 %) y procianidinas (58 %)— son los grupos de polifenoles más prevalentes en el cacao. La epicatequina es la catequina principal y constituye alrededor del 30 % del contenido de polifenoles del grano (Sangronis et al., 2014). En la tabla 3 se muestra los resultados de la composición proximal de cascarilla del grano de cacao (*Theobroma cacao L.*)

Tabla 3

Composición proximal del análisis de cascarilla de cacao

Componente	Valores
Humedad (%)	8,17
Proteína cruda (%b.s.)	4,59
Grasa cruda (%b.s.)	0,60
Fibra cruda (%b.s.)	32,05
Cenizas (%b.s.)	8,59
Carbohidratos totales (%)	45,42
pH	6,25 +/- 0,04
Acidez titulable (b.s.)*	0,38+/-0,0003
*porcentaje expresado como ácido cítrico	
Polifenoles totales (g/kg de muestra)**	21,41+/-0,006
**expresado como ácido tánico	

Nota. Adaptado de Castillo et al., (2018)

Las harinas de cáscara de los frutos de cacao Criollo y CCN 51 tenían las siguientes características, según Murillo-Baca et al. (2020): bajo contenido en grasa, del 2,01 % y el 1,89 %, lo que puede fomentar su uso en productos bajos en grasa; altos niveles de contenido en fibra bruta, del 29,78 % y el 30,69 %, lo que supone 90 veces más fibra que la harina de trigo (0,30 %); 7,97 % y 8,07 % de proteínas, comparable al residuo fibroso del níspero con un 7,16 %; 7,13 % y 7,29 % de cenizas, lo que indica un alto contenido en minerales; y bajo contenido en grasa, del 2,01 % y el 1,89 %. Respecto a los compuestos bioactivos presentaron alto contenido de polifenoles 69,53 y 57,64 mg AGE/g muestra, actividad antioxidante 60,30 y 48,90 IC50 (µg/ml), carotenoides 7,90 y 6.05 mg carotenos/100 g muestra, antocianinas 1,43 y 1,25 mg cianidina -3-glucósido/g; ambas harinas

presentan mayor contenido de fibra insoluble 52,57 y 51,90 % que soluble 3,02 y 3,47 % enmarcándolo como alimento con buena fuente de fibra dietaria.

En la tabla 4 se muestra la composición fisicoquímica de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) criollo, CCN 51 y de harina de trigo.

Tabla

4

Composición fisicoquímica de la harina de cascarilla de cacao (HCC) criollo, cascarilla de cacao CCN 51 y harina de trigo

Componente	HCC Criollo	HCC CCN 51	Harina de trigo
Humedad (%)	5,98 ± 0,01	5,74 ± 0,04	12,00 ± 0,02
Proteína (%)	7,97 ± 0,10	8,07 ± 0,10	10,20 ± 0,22
Grasa (%)	2,01 ± 0,04	1,89 ± 0,05	1,10 ± 0,01
Fibra cruda (%)	29,78 ± 0,04	30,69 ± 0,06	0,30 ± 0,02
Cenizas (%)	7,13 ± 0,06	7,29 ± 0,07	0,40 ± 0,03
Carbohidratos (%)	45,98 ± 1,00	46,32 ± 0,13	76,00 ± 0,5
pH	5,82 ± 0,18	5,57 ± 0,25	5,94 ± 0,28
Acidez (% H ₂ SO ₄)	0,3212 ± 0,02	0,4414 ± 0,06	0,0629 ± 0,09

Nota. Adaptado de Murillo-Baca et al., (2020)

2.3.3. Usos de la cascarilla de cacao

En el proceso de transformación en chocolate, el grano de cacao es uno de los alimentos que produce más residuos. Uno de los principales subproductos del cacao es la cáscara, a veces denominada tegumento o cáscara, que se desprende del cotiledón después del secado (Panak et al. 2018).

Las cáscaras de cacao tienen muchos usos diferentes, desde la producción de infusiones con hierbas aromáticas (Teneda et al. 2017) hasta el uso de harina de cáscara de cacao para elaborar magdalenas y aperitivos de maíz extruido enriquecidos con cáscaras de cacao en la industria de procesamiento de cereales (Jozinović et al. 2019).

Aunque numerosos estudios han demostrado que las cáscaras de cacao tienen una alta concentración de compuestos fenólicos, lo que puede convertirlas en un agente antioxidante, su uso principal en la industria alimentaria es como fuente de fibra (Panak et al. 2018).

Otro material que se puede añadir para mejorar el valor nutricional de los productos extruidos con características físicas menos deseables, pero aún aceptables para los clientes, son las cáscaras de los granos de cacao (Jozinović et al. 2019).

Aunque altera las características físicas del producto, Barisic et al. (2019) afirman que añadir cáscaras en porcentajes del 5, 10 y 15 % enriquece el producto con flavonoides, al tiempo que apenas supone diferencias con respecto a los productos tradicionales.

La capacidad antioxidante de los snacks extruidos examinados por Jozinović et al. (2019) se evaluó utilizando el método DPPH, y aumentó cuando se añadieron cáscaras de cacao (Tabla 6). Este enfoque tiene en cuenta la capacidad de eliminación de radicales DPPH (1,1-difenil-2-picril hidrazilo) (Guija et al. 2015). Los polifenoles de las cáscaras son los principales responsables del aumento de la actividad antioxidante, que se ve reforzada tras la extrusión. La creación de HMF (hidroximetilfurfural) (Zhao et al. 2013), que son carbohidratos descompuestos térmicamente de color marrón oscuro principalmente (Jozinović et al. 2019), puede ser la causa de este aumento.

2.4. El yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

2.4.1. Generalidades

La especie conocida como yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es originaria de los Andes. Es una planta perenne nativa de América del Sur que puede alcanzar una altura de entre 1,5 y 3 metros. Tiene raíces carnosas que pueden crecer hasta 25 cm de largo y 10 cm de diámetro. Dado que el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una raíz deliciosa que se asemeja a las manzanas o las peras en consistencia, se suele consumir fresco (Castillo, 2014).

Según Noborikawa (2016), el yacón se cultiva en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Huánuco, Pasco y Puno, y es originario de los Andes peruanos. Otros países, como Brasil, Bolivia, Argentina, Ecuador y Japón, también lo cultivan. La característica principal de este tubérculo radica en su principio activo: los fructooligosacáridos (FOS), siendo un tipo de azúcar que no es metabolizado por el cuerpo humano.

La raíz fresca del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) se caracteriza por una alta proporción (85% -90%) de agua y carbohidratos. Los carbohidratos existen en forma de azúcares, incluidos los monosacáridos (fructosa y glucosa), oligosacáridos (sacarosa), fructooligosacáridos y trazas de almidón e inulina. 40% a 70% del peso

seco está en forma de fructooligosacáridos, y 15% a 40% está compuesto por monosacáridos como sacarosa, fructosa y glucosa (Muñoz, 2010).

Machuca (2020) afirma que existen varios ecotipos de yacón, entre ellos el rosa, el blanco, el amarillo (crema) y el moteado (salpicado). De ellos, el yacón amarillo es el más adecuado para la exportación, ya que tiene el mayor contenido de oligofruktanos y es el más suave. El rendimiento del jarabe de yacón es de 14 a 1, lo que significa que se obtiene 1 kilogramo de jarabe de yacón por cada 14 kilogramos de yacón fresco.

Hoy en día, el yacón se cultiva con fines comerciales en todos los departamentos del Perú, pero debido a su creciente popularidad como alimento que ayuda a prevenir la diabetes y a perder peso, solo se cultiva para consumo personal o para venderlo en los mercados rurales..

Figura 3

El yacón (Smallanthus sonchifolius)



Nota. Obtenido de <https://cvn.com.co/el-universo-del-yacon/>.

2.4.2. Clasificación taxonómica

Según Barajas et al. (2014), Wells había clasificado el yacón en 1965 dentro del género *Polymnia*, pero Harold Ernest Robinson lo había clasificado en 1972 dentro del género *Smallanthus*, que Kenneth Kent Mackenzie había establecido en 1933, principalmente debido al patrón de estrías de la fruta.

Por lo cual realizó la siguiente clasificación taxonómica.

Reino : Plantae
Clase : Equisetopsida
Subclase : Magnoliidae

Superorden	: Asteranae
Orden	: Asterales
Familia	: Asteraceae
Género	: Smallanthus
Especie	: sonchifolius
Nombre común	: Yacón, Ilacon, jicama, ariconá (Aymara), llakuma (quechua), etc.

2.4.3. Valor nutricional

Según Pazmiño (2014), 100 gramos de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) contienen 86,6 gramos de agua, 10,5 gramos de carbohidratos, 3,1 gramos de ácido ascórbico, 23 mg de calcio, 21 mg de fósforo, 0,3 mg de hierro, 0,1 mg de tiamina y 0,1 mg de riboflavina, además de 54 kcal de energía. Esto demuestra que el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) tiene menos calorías que la sacarosa, lo que lo hace adecuado para su uso en dietas bajas en calorías y para pacientes diabéticos debido a su bajo contenido en azúcar y carbohidratos. También se ha demostrado que contiene niveles significativos de vitaminas como la riboflavina y la tiamina, así como minerales como el calcio, el hierro y el fósforo.

Además, tiene una alta concentración de polisacáridos, principalmente inulina y fructooligosacáridos (FOS). El número de moléculas de fructosa que componen las cadenas de polisacáridos en los FOS y la inulina varía; la inulina tiene entre 20 y 60 moléculas, mientras que los FOS tienen entre 2 y 10 moléculas (Roberfroid, 2005).

Dado que los FOS pueden considerarse un subgrupo de la inulina, algunos autores se refieren a ellos como FOS de tipo inulina o fructanos de tipo inulina, lo que caracteriza mejor la naturaleza de los oligo- o polisacáridos en los que predomina el enlace glicosídico fructosa-fructosa β (2→1) (Manrique y Párraga, 2005). La composición química de estas fibras solubles impide que estas conexiones se hidrolicen durante el proceso digestivo en los seres humanos. (Yıldız, 2011).

En la tabla 5 se muestra la composición fisicoquímica del yacón.

Tabla 5*Composición fisicoquímica del yacón (g/100 g)*

Componente	Valores
Energía	54 Kcal
Humedad	86,6
Proteína cruda	0,3
Grasa cruda	0,3
Fibra cruda *	0,5
Cenizas	0,3
Carbohidratos totales	12,5
Calcio (mg)	23
Fósforo (mg)	21
Hierro (mg)	0,3
Vitamina A (µg)	12
Vitamina C (mg)	13,1
Azúcares simples*	1,5 – 4
Oligofructanos *	6 - 12

Nota. Adaptado de Reyes et al., (2017), * Pazmiño (2014)

2.4.4. Azúcares en el yacón

El yacón no almacena almidón como la mayoría de las demás raíces comestibles, sino que almacena carbohidratos en forma de fructooligosacáridos (FOS), que son fructosa, glucosa, sacarosa y oligofructanos (Arbizu, 2004).

Según experimentos, la materia seca del yacón tiene un promedio de 11,5 gramos por cada 100 granos de raíz, y entre el 70 % y el 80 % de esa cantidad está compuesta por sacáridos, de los cuales entre el 50 % y el 70 % son FOS. Los monosacáridos y disacáridos como la fructosa, la sacarosa y la glucosa constituyen la proporción restante (Seminario et al., 2003).

En la tabla 6 se presenta la composición de azúcares presentes en el yacón.

Tabla 6*Azúcares presentes en el yacón*

Azúcar	Valores (%)
Fructanos	46,1
Fructuosa	29,6
Glucosa	14,5
Sacarosa	9,7

Nota. Obtenido de Pereira (2009)

a) Fructuosa

A diferencia de otros azúcares, la fructosa es más dulce, conserva su contenido de sólidos solubles y tiene una baja actividad acuosa. A diferencia de la insulina, la fructosa es absorbida gradualmente por el intestino y no se procesa en el hígado. Como resultado, los diabéticos se benefician enormemente de los alimentos endulzados con este azúcar. Además, se recomienda para las personas con sobrepeso u obesidad, ya que contiene una fracción de las calorías de la sacarosa. Chirinos, (1999) citado en Aiquipa (2022).

La fructuosa como tal puede presentarse como solución o conformando los furanos, el cual es el componente común de algunos oligosacáridos de cadena corta. También constituyen algunos polisacáridos (fructanos), uno de los más importantes es la inulina, presente en el yacón (Pereira, 2009).

b) Oligofructanos en yacón

La clase de azúcares conocidos como fructanos incluye los oligofructanos y las oligofructosas. Se utilizan como prebióticos, fibra dietética y edulcorantes porque son cadenas cortas de fructosa, muy solubles en agua y tienen un sabor ligeramente dulce (entre el 30 y el 65 % del poder edulcorante de la sacarosa). Sin embargo, solo contienen el 25 % de las calorías de los carbohidratos comunes (Chacón, 2006).

Según Caballero y Colonia (2018), los FOS se denominan con el término genérico «inulina» cuando se encuentran principalmente en el enlace β (2 \rightarrow 1) fructosil-fructosa (enlace de inulina). Debido a que la inulina no se puede digerir como otros carbohidratos debido a estos enlaces, tiene un bajo valor nutritivo y un bajo contenido calórico como fibra dietética. También se destaca la importancia del tipo de enlace, ya que su digestibilidad en el cuerpo humano depende de su naturaleza

glicosídica. Además, su estructura cambia dependiendo de si se trata de alfa-glucano (enlaces α) o beta-glucano (enlaces β), formando el primero cadenas ramificadas que son fácilmente descompuestas por las enzimas del sistema digestivo, y en el caso de los segundos, están conformados por estructuras tipo bloque, que no se digieren por las enzimas en el colon.

Tabla 7

Contenido de oligofruktanos de algunos productos

Producto	Oligofruktanos (%)
Yacón	3 – 19
Achicoria	5 – 10
Ajo	3 – 6
Cebolla (bulbo)	2 – 6
Lechuga	2 – 5
Trigo	1 - 4

Nota. Adaptado de Chacón (2006)

El yacón contiene inulina, pero una vez cosechado, su cantidad disminuye rápidamente, aumentando la fructosa (Narai-Kanayama et al., 2007). Cuando se conserva a una temperatura inferior a 8 °C y con una humedad relativa del 90 %, este proceso se ralentiza. Los FOS y la inulina tienen características fisicoquímicas totalmente diferentes.

2.4.5. Polifenoles en yacón

Otro de los componentes importante presentes en el yacón que le confieren propiedades especiales y funcionales, son sustancias químicas fenólicas, también conocidas como polifenoles, que constituyen una media de 200 mg/100 g de la raíz comestible. El ácido clorogénico y los fenoles producidos a partir del ácido cafeico son los polifenoles presentes en la raíz que tienen mayor actividad. (Goncalves, et al., 2013).

Los compuestos naturales llamados polifenoles son producidos por el metabolismo secundario de las plantas (Munin y Edwards, 2011). Los investigadores han demostrado que estos compuestos tienen propiedades antiinflamatorias, antialérgicas, antitrombóticas, antimicrobianas, antineoplásicas y anticancerígenas, además de importantes propiedades antioxidantes que combaten el estrés oxidativo a lo largo del tiempo y tras numerosas investigaciones (Van Dorsten, et al., 2012).

Las especies reactivas del oxígeno (ROS) y las especies del nitrógeno (NOS) son los radicales libres más importantes que contribuyen a una variedad de enfermedades, como el cáncer, el Alzheimer y los problemas cardiovasculares (Shay et al., 2015). Según estudios in vitro, los polifenoles pueden reducir y, en determinadas situaciones, erradicar por completo las ROS y las NOS. Esto se consigue mediante su enfoque, que utiliza la idea de donar un átomo de hidrógeno que produce un radical fenoxilo, que tiene menos efecto sobre las células del organismo, para capturar y distribuir los electrones libres de los radicales (Willeman et al., 2014).

2.5. Jarabe de yacón

2.5.1. Generalidades

El jarabe de yacón, que se elabora mediante la evaporación del jugo de yacón, tiene unas cualidades organolépticas distintivas y es espeso y dulce. Su contenido en sólidos solubles es de aproximadamente el 70 %. Es necesario filtrarlo varias veces para eliminar los sólidos insolubles y obtener un jarabe de mayor calidad. Además, para evitar el desarrollo de flora microbiana en el producto final, la evaporación debe realizarse a temperaturas superiores a 85 °C. También se debe tener en cuenta que el pH del jarabe de yacón debe estar entre 4,2-5,8 y no por debajo de 4, ya que a ese rango los FOS se convierten en azúcares simples durante el almacenamiento (Seminario et al., 2003).

Según Seminario et al. (2003), el rendimiento de la raíz de yacón es de 12:1, lo que significa que por cada 12 kg de raíz de yacón se produce un litro de jarabe de yacón.

Se trata de un concentrado rico y dulce que se obtiene mediante la evaporación del jugo hasta alcanzar una concentración de sólidos solubles de 70 °Brix (Mallqui, 2011). Para eliminar los materiales insolubles del jarabe y obtener un producto de mayor calidad, es necesario realizar el filtrado correspondiente durante el proceso de producción.

Bautista et al. (2007) también destacan el jarabe de yacón como un producto novedoso y natural elaborado a partir del jugo de raíces ricas en inulina que tiene un alto contenido en fructooligosacáridos. Como resultado, se considera una de las mejores fibras naturales y prebióticos.

El jarabe de yacón es un concentrado dulce que funciona como edulcorante sin los efectos adversos del azúcar, afirma Manrique (2005). La industria alimentaria utiliza el jarabe de yacón como edulcorante bajo en calorías debido a su alto nivel

de FOS, que puede alcanzar el 50 %. Al almacenar el jarabe de yacón, es mejor mantener el pH por encima de 4 para evitar que los fosfoligosacáridos (FOS) se conviertan en azúcares simples.

2.5.2. Propiedades

Anderson et al, (1999) realizaron estudios científicos de las propiedades del yacón los cuales determinan las siguientes propiedades y atributos del yacón:

- a) Debido a que aporta al organismo entre un 40 % y un 50 % menos de calorías que la miel, se recomienda para personas con sobrepeso u obesidad, así como para aquellas que desean perder peso.
- b) El alto contenido en fructooligosacáridos (FOS) del sirope de yacón favorece el crecimiento de bacterias en el colon, las cuales se han relacionado con una serie de funciones fisiológicas que mejoran la salud en general. Las bacterias formadoras de caries dentales, son incapaces de metabolizar el FOS, es por ello que el consumo del jarabe de yacón en comparación de la mayoría de edulcorantes ayuda a reducir el riesgo de formación de caries de los dientes.
- c) Los Fructooligosacáridos, tienen un comportamiento de fibra soluble que ayuda a prevenir y aliviar problemas de estreñimiento.
- d) El impacto real del FOS en la salud humana, con pruebas convincentes de que su consumo mejora la capacidad del organismo para absorber calcio, vitaminas del grupo B y ácido fólico; reduce los niveles de triglicéridos en sangre; disminuye el riesgo de cáncer de colon; y refuerza el sistema inmunitario.
- e) El consumo de FOS no aumenta los niveles de glucosa en sangre, como han indicado varias investigaciones científicas en personas con diabetes tipo 2 (Alles et al, 1999).
- f) El jarabe de yacón tiene un impacto positivo en la salud del consumidor, lo que lo convierte en un alimento nutracéutico.

2.5.3. Bondades nutricionales

Cuando se añade a otros alimentos y bebidas, como ensaladas, frutas, yogur, etc., el jarabe de yacón se ingiere directamente. El consumo de FOS no tiene contraindicaciones conocidas y se recomienda una dosis máxima de 40 g al día. Una investigación clínica peruana descubrió que, tras consumir jarabe de yacón, los niveles de glucosa en sangre de los diabéticos de tipo 2 eran bajos. Esto indica que, dado que el jarabe de yacón reduce significativamente la glucosa en sangre, las personas con diabetes de tipo 2 deberían tomarlo. Se deben realizar

investigaciones sobre los efectos a largo plazo del consumo de jarabe de yacón. (Hermann et al, 2003).

El consumo diario de jarabe de yacón reduce el peso corporal y el IMC, lo que puede ayudar a controlar la obesidad. Además, se han documentado efectos positivos sobre los niveles de colesterol LDL en suero y la regulación de la insulina (Genta et al., 2009).

Hasta ahora, el jarabe de yacón no se ha relacionado con ningún efecto secundario negativo, incluida la toxicidad o las reacciones alérgicas. Por el contrario, las poblaciones andinas llevan muchos años consumiendo raíces frescas de yacón sin experimentar ningún efecto negativo para la salud.

2.5.4. Requisitos de elaboración

El jarabe de yacón debe elaborarse y manipularse de conformidad con las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF), tal y como se describe en los documentos pertinentes del Codex y en la legislación, según la Norma Técnica Peruana 011.352 (2010).

- ✓ Al elaborar el jarabe de yacón, se deben tener en cuenta los siguientes factores:
Se deben utilizar materias primas que cumplan con la Norma Técnica Peruana 011.350 (2006), que estipula que deben ser sanas, estar libres de grietas y exentas de plagas y enfermedades.
- ✓
- ✓ Las raíces deben limpiarse, desinfectarse y pelarse antes de su procesamiento. Las superficies y los equipos que entran en contacto con los alimentos deben ser adecuados, seguros y fáciles de limpiar para el fin previsto.
- ✓ Se requiere agua potable que cumpla con las normas vigentes.
- ✓ Los peligros alimentarios deberán ser controlados mediante el uso de Sistemas HACCP. Dicho sistema se aplica a todo lo largo de la cadena alimentaria con la finalidad de controlar la higiene de los alimentos durante la duración en almacén mediante la formulación de productos y procesos apropiados.
- ✓ El jarabe de yacón presentará un color marrón, olor ligeramente frutado y característico, sabor dulce y aspecto viscoso, turbio.
- ✓ Se mantendrá documentos y registros apropiados de la elaboración producción y distribución que se conservaran durante un período superior a la duración en almacén del producto.
- ✓ El jarabe de yacón puede ser almacenado a temperatura ambiente sin embargo una vez abierto el envase se conservará en refrigeración.

2.6. Barras energéticas

2.6.1. Generalidades

Otro producto que podría utilizarse para añadir nutrientes y elementos beneficiosos para la salud a la dieta son las barras nutricionales. La compresión de cereales con frutos secos, nueces, aromatizantes y sustancias aglutinantes da como resultado barras de cereales, que son productos alimenticios con cualidades beneficiosas (Márquez y Vásquez, 2018).

Las barras de cereales, una opción alimentaria nutritiva, se elaboran comprimiendo cereales tostados y pueden incluir frutos secos, semillas oleaginosas, semillas y jarabes de azúcar que actúan como agentes aglutinantes (Pacheco, 2014).

Según Inarritu y Vega (citados por Velastegui, 2016), las barras energéticas y las barras de cereales son alimentos funcionales que se mezclan, complementan o enriquecen y que aportan beneficios para la salud gracias a sus ingredientes bioactivos.

Se consideran un complemento alimenticio creado principalmente para deportistas, pero ahora muchos empleados y colegios los consumen. Los carbohidratos como la fructosa y la glucosa constituyen la mayor parte de las barras energéticas, que aumentan el almacenamiento de glucógeno. Además, son ricas en fibra, fundamental para una dieta saludable, y en minerales y vitaminas (Reyna, 2018).

2.6.2. Valor nutricional de la barra energética

Según Cruz (2017), el consumo de barras energéticas tiene varias ventajas, que se describen a continuación:

- ✓ Son muy convenientes porque se pueden consumir inmediatamente sin tener que prepararlas o refrigerarlas.
- ✓ Cuando incluye una alta cantidad de proteína de calidad (soya o proteína animal) suplen los aminoácidos responsables de aumentar y mantener los músculos, reparan heridas o tejidos y ayudan a producir hormonas y enzimas.
- ✓ Proveen energía por medio de carbohidratos o grasas y vitaminas convenientes para la salud en general.
- ✓ Son el mejor sustituto de comida chatarra; en vez de comer una dona o un pedazo de pastel, la mejor opción es una barra de proteína

Los carbohidratos representan la mayor parte de la energía alimentaria (calorías) de las barras energéticas. Las barras proteicas suelen tener un contenido proteico considerablemente mayor que cualquier otro tipo de barra, menos carbohidratos que las barras energéticas y menos vitaminas y suplementos minerales alimentarios que las barras sustitutivas de comidas (Priyanka, 2016).

Para darles la consistencia y las calorías adecuadas, las barras de cereales suelen estar compuestas por cereales tostados enriquecidos con frutos secos y semillas recubiertos de miel o jarabe de azúcar (Zenteno Pacheco, 2019).

Las barras de cereales se elaboran con harinas y cereales que suelen ir acompañados de frutos secos bajos en proteínas (Olivera, 2012).

Por otro lado, las barras energéticas suelen contener una combinación de carbohidratos simples y complejos, junto con un mayor contenido de proteínas, minerales y vitaminas (Vinci y Taylor, 2018).

2.6.3. Tipo de barras energéticas

Según Ruiz (2019) las barras energéticas se elaboran atendiendo a varios aspectos, los primordiales son por el contenido de nutrientes, que marcará el uso preferente al que está destinada; y según su ingrediente prioritario, que determinará las características sensoriales de la barra energética.

Tabla 8

Tipos de barras energéticas

Según el nutriente	Según el ingrediente
Barras hidrocarbonadas: su contenido en este macronutriente llega como mínimo a la mitad de todo el producto. Algunas marcas pueden contener hasta más del 70%.	Barras de cereales: avena, nueces, trigo, maíz, arroz, etc.
Barras proteicas: aunque su contenido hidrocarbonado sea elevado, la cantidad de proteínas que contienen hace que se catalogue en este apartado. El porcentaje proteico puede estar entre 5-20%.	Barras con chocolate Barras multifrutas: uvas pasas, ciruelas pasas, arándanos, etc.

Nota. Obtenido de Ruiz (2019)

2.6.4. Proceso de elaboración de la barra energética

El proceso de elaboración de las barritas energéticas consta de dos procesos, según Badillo (2011): en primer lugar, se mezclan los ingredientes y se hornean; en segundo lugar, se tuestan los cereales antes de añadir la glucosa. Las propiedades organolépticas de los cereales se modifican a lo largo de este proceso, lo que les confiere los sabores y aromas que el consumidor desea. Aponte (2022) indica que el proceso de elaboración de una barra nutricional a se sigue las operaciones siguientes:

- ✓ **Mezcla de insumos sólidos:** se mezclan los insumos sólidos (pueden ser: granola, arroz, frijol, quinua, entre otros) en un recipiente de acero inoxidable hasta homogenizar.
- ✓ **Mezcla ingredientes líquidos:** en una cacerola a fuego lento se disuelven los agentes aglutinantes (sirope, sucrosa, glucosa, entre otros) 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 nutricionales en bolsas herméticas.

Ochoa (2012) utilizó el método de la tabla 9 para crear una barrita energética compuesta por miel y avena-quinua y avena-amaranto.

- Los ingredientes deben pesarse en función del número de barritas que se vayan a producir.
- Triturar los arándanos secos, las pasas y los frutos secos.
- En un bol, mezclar los ingredientes sólidos: arroz crujiente, salvado, coco rallado, almendras, pasas y avena.
- Poner una olla de acero inoxidable a fuego alto en la cocina.
- Derretir la miel y la mantequilla después de añadirlas.
- Añadir media cucharadita de extracto de vainilla. Bajar el fuego al mínimo y remover hasta que el líquido esté homogéneo.
- 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 empaqueta, 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

Nota. Extraído de Ochoa (2012)

2.6.5. Evaluación sensorial

Un paso fundamental que permite elegir una formulación que satisfaga los niveles de satisfacción del cliente es la evaluación sensorial con los consumidores. Obtener una comprensión integral del producto desde un punto de vista sensorial y hedónico, así como de cómo interactúa, es crucial para crear una formulación que satisfaga las preferencias de los consumidores. Las evaluaciones de los consumidores en los estudios sensoriales tradicionales se centran en la medición hedónica, mientras que las técnicas de perfil sensorial se utilizan para determinar cuantitativamente las cualidades sensoriales del producto, generalmente con un grupo de panelistas especializados, mediante un análisis descriptivo cuantitativo (QDA), una metodología descriptiva bien establecida, utilizada en varios productos alimenticios, incluyendo los productos lácteos (Varela y Ares, 2012).

El sistema sensitivo del ser humano es una herramienta indispensable para el control de la calidad de los artículos de diversas industrias. En la tecnología agroalimentaria, los elementos visuales, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, aroma, gusto, sabor y textura, ya que contribuyen

al óptimo aspecto y calidad del alimento, características propias que los distinguen (Bautista, 2013).

Se están desarrollando continuamente nuevas técnicas de caracterización sensorial. Estos enfoques generan mapas sensoriales muy similares al análisis descriptivo tradicional con paneles entrenados, pero requieren menos tiempo, son más adaptables y pueden aplicarse a evaluadores semientrenados e incluso a consumidores. Estos enfoques innovadores, centrados en la evaluación de rasgos individuales, incluyen la escala de intensidad y la metodología de investigación CATA (Choose All That Apply, «Elija todas las opciones que correspondan») (Varela y Ares, 2012)..

2.6.6. Pruebas afectivas

De acuerdo con Hernández (2005), las pruebas afectivas son pruebas en las que el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio frente a otro. Se utilizan escalas de evaluación para las muestras. Los tipos de evaluaciones afectivas son los siguientes:

- Pruebas de Preferencia (prueba de preferencia pareada, prueba de ordenamiento).
- Pruebas de Satisfacción (prueba de escala hedónica verbal, prueba de escala hedónica facial).

2.6.7. Escala hedónica

Al emplear una escala hedónica, conocida como satisfacción, que va desde el gusto hasta el disgusto, el método de determinar los niveles de satisfacción por características es una forma eficaz de cuantificar la elección de las personas por un producto. Se recomienda que las escalas sean impares, sin gusto ni disgusto como punto medio. A continuación se enumeran algunas de las ventajas de utilizar escalas hedónicas: la escala es fácil de entender para los consumidores, requiere poca formación, es rápida y sencilla de usar y completar para los encuestados, y resulta muy útil para evaluar cualidades. (Hernández, 2005).

En las pruebas hedónicas se le solicita al consumidor que valore el nivel de satisfacción general que le produce un producto mediante una escala que le proporciona el analista en las pruebas hedónicas. Dado que, en última instancia, son los clientes quienes deciden si un producto tiene éxito o no, las pruebas son una técnica muy útil en la creación de productos y cada vez son más las empresas que las utilizan. Las pruebas sensoriales son «ciegas», lo que significa que no se

revela ninguna información como la marca o el precio. Como resultado, un producto puede recibir una alta calificación hedónica por parte de los clientes, pero no tener éxito en el mercado. Sin embargo, debido al gran esfuerzo que realiza el departamento de marketing, es difícil que un producto con una baja calificación hedónica tenga éxito en el mercado. Por lo tanto, la investigación hedónica de los consumidores antes de la comercialización es muy beneficiosa para el desarrollo y la introducción de nuevos productos (González et al., 2014).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación fue realizado en el Laboratorio de Biotecnología Agroindustrial y el Centro Experimental de Panificación de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.1. Materiales

3.1.1. Materia prima y otros

Se utilizó harina de cascarilla de cacao obtenidos a partir de los granos de cacao variedad criollo y jarabe de yacón obtenido del yacón fresco, los granos de cacao y las raíces de yacón fueron adquiridos del mercado Nery García Zárate de la ciudad de Ayacucho. La ficha técnica del zumo de yacón se muestra en el anexo 1.

También se utilizaron productos diversos para la formulación de la barra energética (Quinoa expandida, kiwicha expandida, miel de abeja, coco rallado, pasas).

3.1.2. Materiales de laboratorio

- Fiolas de 25 mL, 50 mL, 100 mL y 1 L.
- Matraces Erlenmeyer de 100, 250, 500 y 1000 mL.
- Vasos de precipitación.
- Buretas
- Pipetas de 1, 5 y 10 mL.
- Probetas de 50, 100 y 250 mL.
- Desecadores de vidrio
- Pinzas, espátulas, papel filtro, cuchillos

3.1.3. Reactivos

- Hidróxido de sodio QP
- Fenolftaleína al 1%
- 2,6 Diclorofenolindofenol
- Sulfato de cobre pentahidratado
- Sulfato de potasio
- Ácido clorhídrico
- Éter de petróleo
- Agua destilada

3.2. Equipos e Instrumentos

Los equipos e instrumentos utilizados para los diferentes análisis son:

- Estufa desecadora
- Balanza analítica Marca AND HR 200
- Balanza digital
- Equipo analizador de proteína KJELDAHL
- Determinador de fibra cruda
- Mufla
- Cocina eléctrica
- Equipo Soxhlet

3.3. Métodos de análisis fisicoquímicos

3.3.1. Análisis fisicoquímico y funcional de la harina de cascarilla de cacao.

Humedad: Por diferencia de pesos, se determinará por triplicado. (AOAC, 2006)

Proteínas: Método Kjeldahl, método 928.08. (AOAC, 2006).

Grasa: Se utilizara el equipo extractor de grasa, usando éter de petróleo como solvente, método 963.15. (AOAC, 2006).

Fibra bruta: La fibra se determinó con el método (AOAC 2006) por Hidrólisis

Cenizas: Por incineración directa, método 923.03. (AOAC, 2006).

Carbohidratos: Se calculará por diferencia, con la fórmula siguiente:

$$\% \text{Carbohidratos} = 100 - (\% \text{humedad} + \% \text{cenizas} + \% \text{proteínas} + \% \text{grasa})$$

Análisis granulométrico: El tamaño de partícula de la harina de cascarilla de cacao se determinó mediante tamices. “Los tamices pesados previamente, se pasarán 50 g de harina durante 15 minutos en cinco tamices redondos con mallas 28, 42, 60, 80, 115, 170 y 200 tipo Tyler y lo retenido en cada tamiz se pesaron y se expresó en porcentaje. Método citado en Moreno (2017).

Contenido total de polifenoles: Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton y Rossi (1965) citado en Jurado *et al.*, (2016).

Capacidad antioxidante (DPPH): La actividad antioxidante de los extractos se evaluó mediante la capacidad captadora del radical DPPH utilizando la metodología de Rojano *et al.*, (2008) citado en Palomino *et al.*, (2009).

3.3.2. Análisis fisicoquímico del jarabe de yacón

pH. Por medio del método AOAC 981.12 (2005).

Acidez titulable. Método de valoración con hidróxido de sodio

°Brix. Por el método refractométrico.

Determinación de azúcares reductores libres. El contenido de FOS se determinó por espectrofotometría a partir de que son azúcares no reductores, el reactivo más usado para la determinación colorimétrica (UV-VIS) es el ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS), en este caso el DNS es usado para determinar el contenido de azúcares reductores libres antes de la hidrólisis de la inulina.

Determinación del % FOS. La determinación de contenido de FOS se determinó por espectrofotometría

3.3.3. Análisis fisicoquímico de la barra energética saludable con harina de cascara de cacao (*Theobroma cacao L.*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Humedad: Por diferencia de pesos, se determinará por triplicado. (AOAC, 2006)

Proteínas: Método Kjeldahl, método 928.08. (AOAC, 2006).

Grasa: Se utilizara el equipo extractor de grasa, usando éter de petróleo como solvente, método 963.15. (AOAC, 2006).

Fibra bruta: La fibra se determinó con el método (AOAC 2006) por Hidrólisis.

Determinación de FOS. El contenido de FOS se determinó por espectrofotometría a partir de que son azúcares no reductores, el reactivo más usado para la determinación colorimétrica (UV-VIS) es el ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS), en este caso el DNS es usado para determinar el contenido de azúcares reductores libres antes de la hidrólisis de la inulina.

Contenido total de polifenoles: Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton y Rossi (1965) citado en Jurado *et al.*, (2016).

Capacidad antioxidante (DPPH): La actividad antioxidante de los extractos se evaluó mediante la capacidad captadora del radical DPPH utilizando la metodología de Rojano *et al.*, (2008) citado en Palomino *et al.*, (2009).

3.3.4. Análisis sensorial

Se utilizó el método de la escala hedónica a todas las formulaciones para el cual se realizó con 20 panelistas semientrenados. Se evaluaron los atributos: sabor, olor, color, textura y aceptabilidad general. Se codificó cada muestra con códigos de 3 dígitos y se empleará una escala de 7 puntos donde 7 es la mayor preferencia, ME GUSTA MUCHO y 1 es la menor, ME DISGUSTA MUCHO. La ficha se presenta en el anexo 2.

3.4. Diseño Experimental

3.4.1. Niveles de formulación y distribución de los tratamientos planteados

Para producir la barra energética saludable se plantearon tres niveles de porcentaje de harina de cascarilla de cacao (4, 8 y 12%) como complemento de quinua y kiwicha expandida y jarabe de yacón (5, 10 y 15%) como complemento de la miel de abeja.

La formulación de los tratamientos en del diseño planteado fueron los porcentajes de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón, las que se muestran en la tabla 10

Tabla

10

Formulación para la producción de la barra energética saludables con harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Testigo
Harina de cascarilla de cacao	4	4	4	8	8	8	12	12	12	--
Jarabe de yacón	5	10	15	5	10	15	5	10	15	--
Quinua expandida	33	33	33	31	31	31	29	29	29	35
Kiwicha expandida	33	33	33	31	31	31	29	29	29	35
Miel de abeja	15	10	5	15	10	5	15	10	5	20
Coco rallado	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Pasas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Los factores o variables del estudio serán los porcentajes de harina de cascarilla de cacao (4,8 y 12%) que se empleará como complemento de la quinua y kiwicha expandida en la barra energética saludable y el jarabe de yacón (5, 10 y 15%) que se añadirá en reemplazo de la miel de abeja.

3.4.2. Obtención de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Para obtener la harina de cascarilla de cacao se siguió el siguiente procedimiento. Se recibieron los granos de cacao proveniente del VRAEM, se acopiaron en el laboratorio de Biotecnología industrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la UNSCH, teniendo cuidado de almacenarlo en un ambiente ventilado e inocuo. Se realizó la selección separando las impurezas presentes en el producto, como restos de cosecha y otros. Se procedió a la etapa de tostado con una tostadora

convencional a fin de que los granos se tuesten lo más homogéneo posible, a 120°C. Luego se realizó el descascarillado separando la cascarilla del cotiledón previamente tostado y se hizo de forma manual a fin de obtener el mayor rendimiento de cascarilla. Se realizó la molienda con un molino de laboratorio, para luego envasarlo y posterior uso en la formulación de la barra energética.

3.4.3. Obtención del jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

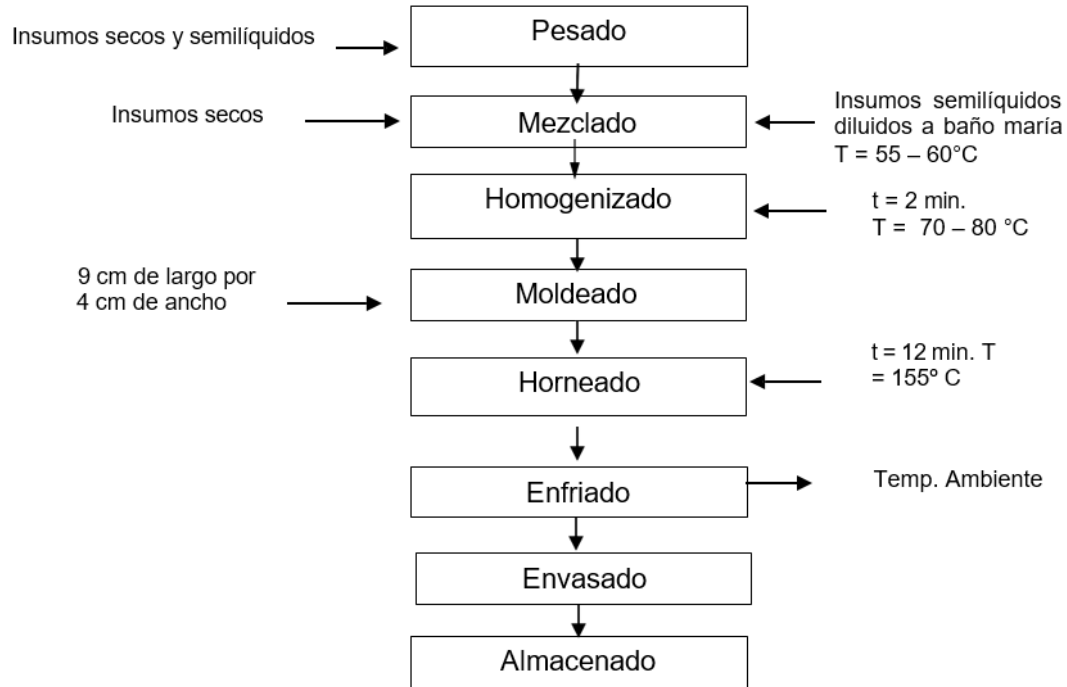
Para obtener el jarabe de yacón se procedió con las siguientes etapas: Se recibieron los yacones provenientes del Mercado Nery García, se acopiaron en el laboratorio de Biotecnología industrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la UNSCH, teniendo cuidado de almacenarlo en un ambiente adecuado y libre de contaminantes. Se procedió a seleccionar separando las impurezas presentes en el producto, como restos de cosecha, tierra, dañados y otros. Se realizó el lavado manual con agua corriente y luego se desinfectó con hipoclorito de sodio en 50 ppm, con el fin de eliminar agentes contaminantes que puedan alterar el producto. Luego se realizó el pelado de forma manual con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable para retirar la cascara de la parte comestible, y se sumergió en una solución de ácido ascórbico al 0,15% para evitar el pardeamiento enzimático (Torres et al., 2020). Se extrajo el jugo de yacón mediante un extractor de uso doméstico separando el jugo del bagazo. Se filtró el jugo con la ayuda de una tela filtrante para separar restos de bagazo. Se procedió a concentrar el jugo de yacón mediante calentamiento directo a una temperatura de 90 a 95°C durante una hora hasta alcanzar de 70° brix. Se envasó en envases de vidrio a una temperatura de 80°C con el fin de prevenir el deterioro microbiano. Se enfrió a temperatura ambiente y se almacenó en un lugar fresco y libre de olores indeseables para su posterior uso en la formulación de la barra energética.

3.4.4. Elaboración de la barra energética saludable a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón

Para elaborar la barra energética saludable a partir de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón se procedió de acuerdo al diagrama de flujo mostrado en la figura 4.

Figura 4

Flujograma de operaciones para elaborar la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón



La descripción de las operaciones se detalla a continuación:

Pesado. Se realizó el pesado de los insumos utilizados como quinua y kiwicha expandida, miel de abeja, coco rallado y pasas, así como la harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón.

Mezclado. Los insumos secos como quinua y kiwicha expandida, pasas, coco rallado y la harina de cascarilla de cacao, se mezclaron en un recipiente, por otro lado los insumos semilíquidos como el jarabe de yacón y la miel de abeja se diluyeron en baño maría a una temperatura de 55 – 60°C.

Homogenizado. Los insumos secos y semilíquidos se mezclaron a temperatura de 70°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 con las siguientes medidas: 9 cm de largo x 4 cm de ancho con un peso aproximado de 25 gramos, 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.

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 contaminantes para su posterior evaluación según el diseño planteado en este estudio.

3.5. Diseño Estadístico

Se procesó el mejor tratamiento de los resultados provenientes de la evaluación sensorial de las barras energéticas saludables con harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón, en los atributos de olor, color, sabor, textura y apariencia general, utilizándose el diseño de bloque completo al azar (DBCA) con un arreglo factorial de 3 x 3 para determinar si existió o no diferencias significativas estadísticas entre tratamientos.

La ecuación del diseño estadístico a emplear será:

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

Donde:

Y_{ijk} = Variable dependiente o respuesta individual

U = Media general

P_i = Efecto de los panelistas

A_j = Efecto de la cantidad de harina de cascarilla de cacao ($j = 1, 2, 3$)

B_k = Efecto de la cantidad de jarabe de yacón ($k = 1, 2, 3$)

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

E_{ijk} = Error experimental

Para evaluar el efecto de las variables independientes, harina de cascarilla de cacao (HCC) y jarabe de yacón (JY) se utilizó el software estadístico SPSS, versión 22, se determinó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si hubo o no diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), realizando la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%, de existir diferencias estadísticas significantes entre tratamientos.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la materia prima

4.1.1. Tamaño de partícula de harina de cascarilla de cacao variedad criollo

Para evaluar la distribución de tamaños de partícula de la harina de cascarilla de cacao, se utilizaron tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente. Se tomó una muestra de 50 g de harina de cascarilla de cacao y se determinó el tamaño de partícula tamizando en la tamizadora RETSCH durante 15 minutos, los resultados se muestran en la tabla 11.

Tabla 11

Distribución del tamaño de partícula de la harina de cascarilla de cacao

Número de tamiz (TYLER)	Tamaño de partícula (μm)	Cantidad retenida (g)	Porcentaje de retención (%)
28	600	0,13	0,26
42	355	23,49	47,11
60	250	14,81	29,70
80	180	4,06	8,14
115	125	2,42	4,85
170	90	1,65	3,31
200	75	1,72	3,45
Base o plato	-	1,58	3,17

El análisis granulométrico nos permite conocer el tamaño de partícula de la harina de cascarilla de cacao y su diámetro aproximado para determinar la finura del producto.

Según las Normas CODEX STAN 152 (1985) el tamaño de partícula de la harina de trigo debe pasar a través de un tamiz de N° 70 (212 μm) en un 98% (Anexo 3). En el tamizado de harina de cascarilla de cacao el mayor porcentaje de retención obtenido fue en el tamiz N° 60 (250 μm). Según Paucar (2014), el tamaño de partícula ideal para harinas sucedáneas se ubica en un rango de 50 a 500 μm .

Al utilizar harina de cascarilla de cacao de los tamices de 250 μm y debajo de ellas, hasta el tamiz N° 170 (90 μm) puede considerarse adecuado para su sustitución en productos alimenticios.

Según Paucar (2014) el tamaño de partícula, la estructura, porosidad y densidad de las harinas sucedáneas son características que podrían influir en algunas propiedades funcionales del residuo fibroso tales como la absorción de agua y aceite. Además el área de contacto de las partículas produce cambios en la velocidad de liberación de glucosa, por lo que los residuos podrían atraparla y retardar la velocidad de absorción de la misma, y por lo tanto podría incorporarse en algún alimento dirigido a diabéticos.

4.1.2. Caracterización fisicoquímica de la harina de cascarilla de cacao

En la tabla 12 se presenta los resultados de los análisis fisicoquímicos de la harina de cascarilla de cacao.

Tabla 12

Características fisicoquímicas de la harina de cascarilla de cacao

Componente	Valor (%) *
Humedad	8,10 ± 0,031
Proteína	14,67 ± 0,032
Grasa	9,31 ± 0,025
Cenizas	8,43 ± 0,020
Fibra cruda	22,40 ± 0,026
Carbohidratos	37,08 ± 0,072

* Media de 3 repeticiones ± DS

Según la tabla 12 se observa que la harina de cascarilla de cacao muestra un valor mayor a lo reportado por Martínez et al. (2012) (6,53%) en su investigación sobre cascarilla de cacao. Los valores menores de humedad de cascarilla de cacao encontrado en este estudio previenen el ataque de bacterias y hongos aumentando su vida en anaquel, disminuyendo el ataque de insectos por lo que favorecen el uso como sustituto de harinas en la industria agroalimentaria (Espitia-Pérez et al. 2013). En lo que respecta al contenido proteico, los valores encontrados son superiores a lo reportado por Vriesmann et al. (2011); también superior al de harina de cáscara de mango 4,99% (Moreno, 2017), esta importancia se fundamenta principalmente en la fracción que pueda cuantificarse como proteína no digerible, debido a su resistencia a la acción enzimática, esta podría ser parte de la fibra dietaria (Jibaja, 2014), representando un excelente potencial como fuente de proteína. El contenido de grasa muestra valores superiores a lo reportado por Martínez et al. (2012) (2,34%), inclusive superior al contenido graso en harina de quinua (2,05)

(Torres et al. 2016); este contenido importante de grasa puede ser utilizado como fuente de ácidos grasos insaturados por ser un producto vegetal.

Los valores del contenido de ceniza son similares a lo reportado por Martínez et al. (2012) que fue de 8,32 – 8,42 pero superior a lo encontrado por Vriesmann et al. (2011) que fue de 6,7%; esta variación puede deberse a la composición del suelo, los fertilizantes utilizados u otros factores ambientales, estos factores determinan el contenido de sustancias minerales.

En cuanto al contenido de fibra cruda encontrado fue menor a lo reportado por Abarca *et al.*, (2010) que fue de 33,26% en harina de cascarilla de cacao, el alto porcentaje de fibra expresa una fuente potencial de componentes celulósicos y otros tipos de fibra (Vriesmann *et al.*, 2011).

4.1.3. Caracterización funcional de la harina de cascarilla de cacao

En la tabla 13 se presenta los resultados del análisis funcional de la harina de cascarilla de cacao.

Tabla 13

Características funcionales de la harina de cascarilla de cacao

Componente	Valores *
Polifenoles totales (mg G.A.E./g)	76,45 ± 0,168
Capacidad antioxidante IC 50 (µg/mL)	84,13 ± 0,098

* Media de 3 repeticiones ± DS

De la tabla 13 se visualiza que los valores de polifenoles y capacidad antioxidante fueron de 76,45 mg G.A.E./g y 84,13 µg/mL respectivamente, valores superiores a lo reportado por Soto (2012) de polifenoles totales en granos de cacao (24,03 a 25,09 mg G.A.E./g) y Gil (2012) en semillas de cacao desengrasadas y no desengrasadas que fue de 49,9 y 48,8 mg G.A.E./g respectivamente; esto comprueba que la harina de cascarilla de cacao posee características funcionales mayores en comparación a otras partes del cacao.

Se comprueba que la harina de cascarilla de cacao presenta mayor capacidad antioxidante porque el valor alcanzado determinan que la concentración de extracto necesario para inhibir en un 50% la actividad del radical DPPH es menor comparado con lo reportado por productos comerciales elaborados a partir del cacao, el caso de Perea-Villamil *et al.*, (2009) reportó en chocolate amargo 400 µg/mL, chocolate con polvo de cacao y grasa vegetal (1850 µg/mL), chocolates con

clavos y canela (1250 µg/mL) y en semillas de cacao secas y fermentadas (380 µg/mL)

Según Delgado (2016) precisa que la harina de cascarilla de cacao por el contenido de actividad antioxidante se infiere que podría tener efectos benéficos para la salud similar a ciertas frutas, vegetales, plantas y vinos, y su posible uso como materia prima para la obtención de antioxidantes naturales de gran utilidad en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.

García-Díaz *et al.*, (2016), afirman que el contenido de compuestos fenólicos se ve influenciado por diversos factores; entre ellos genéticos, dado que la composición puede variar significativamente entre variedades de una misma especie vegetal, además existen factores ambientales como luz y temperatura que afectan el crecimiento y calidad del cultivo, finalmente y no menos importante el estado fisiológico; es decir, estado óptimo de madurez también determina la calidad en cuanto a los compuestos bioactivos presentes.

4.1.4. Caracterización fisicoquímica del jugo y jarabe de yacón

Los resultados de pH y sólidos solubles realizados en el jugo y el jarabe de yacón se reportan en la tabla 14.

Tabla 14

Características fisicoquímicas del jugo y jarabe de yacón

Componente	Jugo *	Jarabe *
pH	6,71 ± 0,020	6,10 ± 0,066
Sólidos solubles (°brix)	10,42 ± 0,035	70,33 ± 0,071

* Media de 3 repeticiones ± DS,

En la tabla 14 se observa que los valores del jugo de yacón ascendieron a 6,71 de pH y 10,42 de °brix, valores cercanos (pH 6,82 y 9,3°brix) encontraron Mechato y Vera-Cieza (2024) en extracto de yacón y superior (pH 7,50) y muy inferior (4,50°brix) encontraron (Suárez *et al.*, 2021); estas diferencias se pueden explicar a que esta raíz fuer cosechadas en diferentes épocas del año y que en condiciones de frío se reduce la cantidad de azúcares (Solano *et al.*, 2021).

Según Inga *et al.*, (2015) refieren que diversos 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.

En cuanto al jarabe de yacón los valores obtenidos fueron de 6,10 de pH y 70,33°brix; valores ligeramente superiores de °brix (73,1) e inferiores de pH (4,2 a 5,8) encontraron Manrique *et al.*, (2015) que a la vez refieren que se debe evitar que el jarabe de yacón el pH se encuentre con valores inferiores a 4 para que los FOS no se generen en azúcares simples durante el almacenaje.

4.1.5. Valores de fructooligosacáridos (FOS) de jarabe de yacón

En la tabla 15 se presenta el valor obtenido de FOS en el jarabe de yacón.

Tabla 15

Valor de fructooligosacáridos del jarabe de yacón

Componente	Valor (%)
fructooligosacáridos (FOS)	47,08 ± 2,320

De la Tabla 15 se observa que el contenido de FOS en el jarabe de yacón fue de 47,08%, valores superiores a lo encontrado por López (2005) que fue de 44,6%; quien refiere para mantener las características organolépticas y evitar la degradación de los FOS debe almacenarse refrigerada.

Fernández (2003) refiere que 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; los FOS del yacón tienen especiales propiedades fisicoquímicas, 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.

4.2. Evaluación organoléptica de la barra energética

Para seleccionar el mejor tratamiento, se evaluó sensorialmente las barras energéticas elaboradas con tres proporciones (4, 8 y 12%) de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón (5, 10 y 15%) en los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia general con veinte panelistas no entrenados usando una escala hedónica de 1 a 7 puntos (ver anexo 4).

4.2.1. Evaluación estadística del atributo color

En la tabla 16 se muestra el ANOVA para el atributo color de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón, se visualiza que para la proporción de harina de cascarilla de cacao no muestra diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) de igual modo sucede con el jarabe de yacón y la interacción de las variables.

Tabla 16
ANOVA del atributo color de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	6,395 ^a	179	,711	,968	,468
Intersección	1365,099	1	1365,099	1859,443	,000
Panelistas	,795	19	,795	1,084	,299
HCC	2,033	2	1,017	1,385	,253
JY	,700	2	,350	,477	,622
HCC * JY	2,867	4	,717	,976	,422
Error	124,805	152	,734		
Total	5776,000	180			
Total corregida	131,200	179			

^a R cuadrado = 0,83 (R cuadrado corregida = 0,78)

Al observar la tabla 16 se visualiza que la adición de harina de cascarilla de cacao (HCC) y jarabe de yacón (JY) no presentó influencia estadística significativa en el atributo color de la barra energética, los puntajes determinados por los panelistas indican su aceptabilidad del producto en lo referente a este atributo sensorial.

Ureña et al., (1999) refieren que las escalas de valoración del color sensorial son útiles en el procesamiento de productos alimenticios para generar el impacto visual del producto en el consumidor, por ello, es importante evaluar esta propiedad sensorial para establecer la calidad y garantizar su aceptación en el mercado.

El color es un atributo muy importante en el momento de su selección, generalmente está relacionado directamente con su composición fisicoquímica, con las materias primas o el tiempo de vida útil (Yambay, 2017).

El mayor promedio sensorial para este atributo fue el del tratamiento 5 (8% HCC y 10% JY) cuyo valor ascendió a 5,99 puntos (Anexo 4), y según la escala hedónica corresponde a la denotación “**me gusta**”.

4.2.2. Evaluación estadística del atributo olor

En la tabla 16 se muestra el ANOVA para el atributo olor de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón, se visualiza que para la proporción de harina de cascarilla de cacao presenta diferencia estadística significativa ($p < 0,05$), y no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) para el jarabe de yacón y la interacción de las variables.

Tabla 17

ANOVA del atributo olor de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	16,015 ^a	179	1,779	3,204	,001
Intersección	1317,246	1	1317,246	2371,426	,000
Panelistas	1,671	19	1,671	3,008	,085
HCC	11,744	2	5,872	10,572	,000
JY	,878	2	,439	,790	,455
HCC * JY	1,722	4	,431	,775	,543
Error	94,429	152	,555		
Total	5446,000	180			
Total corregida	110,444	179			

^a R cuadrado = 0,91 (R cuadrado corregida = 0,875)

Al observar la tabla 17 se visualiza que la adición de harina de cascarilla de cacao (HCC) presentó influencia estadística significativa ($p < 0,05$) en el atributo olor de la barra energética.

En la tabla 18 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey donde se visualiza que la mejor proporción de harina de cascarilla de cacao es el de 8%.

Tabla 18***Prueba de Tukey para el atributo olor de la proporción harina de cascarilla de cacao***

HCC	N	Subconjunto	
		1	2
12%	60	5,1667 ^b	
4%	60	5,3833 ^b	
8%	60	5,7833^a	
Sig.		0,256	1,000

b. Alfa = 0,05.

La prueba de Tukey para la proporción de jarabe yacón mostrado en la tabla 19 se visualiza que el mejor promedio presenta cuando se adicionó 10% de jarabe de yacón

Tabla 19***Prueba de Tukey para el atributo olor de la proporción jarabe de yacón***

JY	N	Subconjunto
		1
5%	60	5,3500 ^a
15%	60	5,4667 ^a
10%	60	5,5167 ^a
Sig.		0,444

b. Alfa = .05.

Ureña et al., (1999) precisan 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 las tablas 18 y 19, el mayor promedio del análisis sensorial para el atributo olor recae en el tratamiento 5 (8% HCC y 10% JY) cuyo valor ascendió a 6,05 puntos (Anexo 4), y según la escala hedónica corresponde a la denotación entre “me gusta” y “me gusta mucho”.

4.2.3. Evaluación estadística del atributo sabor

En la tabla 18 se muestra el ANOVA para el atributo sabor de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón, se visualiza que para la proporción de harina de cascarilla de cacao no muestra diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) de igual modo sucede con el jarabe de yacón y la interacción de las variables.

Tabla 20

ANOVA del atributo sabor de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2,926 ^a	179	,325	,571	,819
Intersección	1436,904	1	1436,904	2525,176	,000
Panelistas	2,115	19	2,115	3,716	,056
HCC	,044	2	,022	,039	,962
JY	,278	2	,139	,244	,784
HCC * JY	,489	4	,122	,215	,930
Error	96,735	152	,569		
Total	5891,000	180			
Total corregida	99,661	179			

^a R cuadrado = 0,809 (R cuadrado corregida = 0,776)

Al observar la tabla 20 se visualiza que la adición de harina de cascarilla de cacao (HCC) y jarabe de yacón (JY) no presentó influencia estadística significativa en el atributo sabor de la barra energética, los puntajes determinados por los panelistas indican su aceptabilidad del producto en lo referente al sabor del producto.

El atributo sabor es una característica muy relevante de los productos alimenticios que nos permite determinar la aceptabilidad de un producto.

Ureña et al., (1999) refieren 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.

El mayor promedio de la evaluación sensorial para este atributo fue el del tratamiento 5 (8% HCC y 10% JY) cuyo valor ascendió a 5,85 puntos (Anexo 4), y según la escala hedónica corresponde a la denotación “**me gusta**”.

4.2.4. Evaluación estadística del atributo textura

En la tabla 19 se muestra el ANOVA para el atributo textura de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón, se visualiza que para la proporción de harina de cascarilla de cacao presenta diferencia estadística significativa ($p < 0,05$), y no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) para el jarabe de yacón y la interacción de las variables.

Tabla 21

ANOVA del atributo textura de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	9,944 ^a	179	1,105	1,914	,053
Intersección	1367,891	1	1367,891	2370,052	,000
Panelistas	,533	19	,533	,924	,338
HCC	4,011	2	2,006	3,475	,033
JY	1,378	2	,689	1,194	,306
HCC * JY	4,022	4	1,006	1,742	,143
Error	98,117	152	,577		
Total	5809,000	180			
Total corregida	108,061	179			

^a R cuadrado = 0,891 (R cuadrado corregida = 0,862)

Al observar la tabla 21 se visualiza que la adición de harina de cascarilla de cacao (HCC) presentó influencia estadística significativa ($p < 0,05$) en el atributo textura de la barra energética.

En la tabla 22 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey donde se visualiza que la mejor proporción de harina de cascarilla de cacao es el de 8%.

Tabla 22

Prueba de Tukey para el atributo textura de la proporción harina de cascarilla de cacao

HCC	N	Subconjunto	
		1	2
12%	60	5,4833 ^b	
4%	60	5,5667 ^b	5,5667 ^a
8%	60		5,8333 ^a
Sig.		,820	,135

b. Alfa = 0,05.

La prueba de Tukey para la proporción de jarabe yacón mostrado en la tabla 23 se visualiza que el mejor promedio presenta cuando se adicionó 10% de jarabe de yacón

Tabla 23

Prueba de Tukey para el atributo olor de la proporción jarabe de yacón

JY	N	Subconjunto 1
5%	60	5,3500 ^a
15%	60	5,4667 ^a
10%	60	5,5167 ^a
Sig.		,444

b. Alfa = .05.

La textura representa el conjunto de propiedades derivadas de la disposición especial que tienen entre sí las partículas que integran los alimentos (Yambay, 2017). Según las tablas 22 y 23, el mayor promedio del análisis sensorial para el atributo textura recae en el tratamiento 5 (8% HCC y 10% JY) cuyo valor ascendió a 6,2 puntos (Anexo 4), y según la escala hedónica corresponde a la denotación “**me gusta**” y “**me gusta mucho**”.

4.2.5. Evaluación estadística del atributo apariencia general

En la tabla 24 se muestra el ANOVA para el atributo apariencia general de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón, se visualiza que para la proporción de harina de cascarilla de cacao e interacción de las variables presenta diferencia estadística significativa ($p < 0,05$), y no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) para el jarabe de yacón.

Tabla 24

ANOVA del atributo apariencia general de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	15,603 ^a	179	1,734	2,532	,009
Intersección	1335,953	1	1335,953	1951,179	,000
Panelistas	,003	19	,003	,004	,950
HCC	4,633	2	2,317	3,384	,036
JY	4,033	2	2,017	2,945	,055
HCC * JY	6,933	4	1,733	2,532	,042
Error	116,397	152	,685		
Total	5912,000	180			
Total corregida	132,000	179			

^a R cuadrado = 0,817 (R cuadrado corregida = 0,806)

Al observar la tabla 24 se visualiza que la adición de harina de cascarilla de cacao (HCC) y la interacción de ambas variables (harina de cascarilla de cacao y jarabe de tacón) presentaron influencia estadística significativa ($p < 0,05$) en el atributo apariencia general de la barra energética.

En la tabla 25 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey donde se visualiza que la mejor proporción de harina de cascarilla de cacao es el de 8%.

Tabla 25

Prueba de Tukey para el atributo apariencia general de la proporción harina de cascarilla de cacao

HCC	N	Subconjunto	
		1	2
12%	60	5,4500 ^b	
4%	60	5,7167 ^b	5,7167 ^a
8%	60		5,8333 ^a
Sig.		,183	,719

b. Alfa = 0,05.

La prueba de Tukey para la proporción de jarabe yacón mostrado en la tabla 26 se visualiza que el mejor promedio presenta cuando se adicionó 10% de jarabe de yacón

Tabla 26

Prueba de Tukey para el atributo apariencia general de la proporción jarabe de yacón

JY	N	Subconjunto	
		1	2
5%	60	5,4833 ^b	
15%	60	5,6667 ^b	5,6667 ^a
10%	60		5,8500 ^a
Sig.		,445	,445

b. Alfa = 0,05.

Según las tablas 25 y 26 el mayor promedio del análisis sensorial para el atributo textura recae en el tratamiento 5 (8% HCC y 10% JY) cuyo valor ascendió a 6,25

puntos (Anexo 4), y según la escala hedónica corresponde a la denotación entre “me gusta” y “me gusta mucho”.

Yacila, (2014) refiere que la evaluación sensorial es útil para mejorar el producto, en mantener la calidad y elaboración de nuevos productos, por lo que es importante considerar las propiedades organolépticas de los alimentos y su evaluación desde el punto de vista de los sentidos humanos.

Aliaga, Rufino y Cuadros (2018), desarrollaron barras energéticas utilizando kiwicha, maní con adición de amaranto obteniendo un aporte del 10 % de proteínas además de la aceptabilidad sensorial de parte de un grupo de estudiantes encargados de su valoración organoléptica.

Finalmente, analizado los resultados de la evaluación organoléptica de los tratamientos en estudio, según el puntaje promedio alcanzado en los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia general, se determina que el mejor tratamiento fue el T5, que corresponde a una barra energética desarrollada con una proporción de 8% de harina de cascarilla de cacao y 10 % de jarabe de yacón, que corresponde a la denotación, según escala hedónica, entre “me gusta” y “me gusta mucho”.

4.3. Caracterización química de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón

4.3.1. Valor nutricional de la barra energética óptima

En la tabla 27 se muestra los valores nutricionales de la barra energética testigo y del tratamiento óptimo determinado en la evaluación sensorial, que fue el T5 (8% de harina de cascarilla de cacao y 10 % de jarabe de yacón).

Tabla 27

Valor nutricional de la barra energética testigo y del tratamiento óptimo

Componente (%)	Testigo	Tratamiento óptimo (T5)
Proteínas	4,13	10,34
Humedad	3,92	5,19
Grasa	2,98	5,56
Cenizas	1,34	1,51
Fibra	9,07	7,73
Carbohidratos	78,56	69,67

En cuanto al contenido de proteínas que se obtuvo de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón fue de 10,34% valor superior a la barra control que ascendió a 4,13%, estos valores son ligeramente superiores (9,2%) de proteínas obtenido por Jiménez (2018) en barras energéticas a base de cascarilla de cacao; también superior (8,6%) a lo obtenido por Chanta (2021) en barras energéticas a base de quinua, arroz, maní, miel de abeja y algarrobina.

Marroquín (2012) citado por Gaspar y Quintana (2017), precisa 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.

Respecto a la humedad se reporta un valor de 5,19% y el testigo de 3,92%; valor muy superior (9,33%) encontró Jiménez (2018) en barras energéticas a base de cascarilla de cacao y ligeramente inferior (4,2%) reportó Chanta (2021) en barras de cereales con quinua y arroz.

En cuanto a los valores de grasa el testigo reporta 2,98% y la barra energética óptima 5,56%; valores muy superiores (11,27%) reportó Jiménez (2018) en barras energéticas a base de cascarilla de cacao y valores inferiores (3,76%) encontró Chanta (2021) en su barra a partir de cereales.

Respecto a cenizas, se encontró 1,34% en el testigo y 1,51% en la barra óptima; valores inferiores (1,28%) encontró Chanta (2021) en barras energética a partir de cereales y superior (1,94%) reportaron Adrianzen y Julca (2020) en barras de cereales a base de quinua y cañihua.

En cuanto a carbohidratos en este estudio se reportó para el testigo 78,56% y la barra óptima 69,67%; valores similares (68,53%) reportó Jiménez (2018) en barras energéticas a base de cascarilla de cacao y valores superiores (80,27%) encontró Chanta (2021) en su barra a partir de cereales.

Olivera, Ferreira y Giacomino (2015) en su proyecto de elaboración de una barra energética a base de frutos secos, ajonjolí y cereales andinos endulzada con miel presentaron un aporte proteico del 10 % con un total de carbohidratos de 34.22 %.

Cueva (2020) elaboró una barra nutritiva a partir del uso de quinua, chía, frutos secos endulzada con estevia obteniendo un valor del 14% de proteínas con un 39.8 % de carbohidratos.

4.3.2. Valores de índice de peróxido de la barra energética

En la tabla 28 se reporta los valores de índice de peróxido de la barra energética del tratamiento óptimo determinado en la evaluación sensorial, que fue el T5 (% de harina de cascarilla de cacao y 10 % de jarabe de yacón).

Tabla 28

Valor de índice de peróxido de la barra energética óptima

Componente	Valor (meq. de O₂/kg de muestra)
Índice de peróxido	5,58

Horna (2019) elaboró una barra energética a base de frutos secos, cereales, panela y moringa obteniendo en las pruebas fisicoquímicas un índice de peróxidos de 6.1 meq O₂/kg. De la misma manera Arroyo (2018) obtuvo una barra energética de la mezcla de cereales, panela, frutos secos, aceite de olivo y zapallo deshidratado, la cual presentó un índice de peróxidos de 6.5 meq O₂/kg. Al comparar los resultados de Horna (2019) y Arroyo (2018) se observa que la barra energética de esta investigación registró un menor nivel de oxidación en los compuestos primarios especialmente por el bajo contenido de grasas de sus ingredientes evitando que se genere un mayor contenido de peróxidos. La barra energética óptima de este estudio presentó un valor de 5,58 meq. de O₂/Kg valores que se encuentran dentro de los límites permisibles.

Al respecto Bayas (2010) refiere que los productos a base de cereales con un índice de peróxidos inferior a 20 meq de O₂/kg, no presentan rancidez oxidativa perceptible.

Según Badui (2018), expresa que los aceites deben mantener un índice de peróxido de no más de 20 miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de aceite, el aceite tendrá más antioxidantes naturales si hay menos peróxidos”. Como resultado, como es una característica relacionada con la oxidación inicial del mismo, debe tenerse en cuenta al evaluar la estabilidad del aceite.

Así mismo Damodaran y Parkin (2019), sugiere que la mayor parte de productos de la oxidación automática son peróxidos, se ha intentado establecer una correlación directa entre el índice de peróxido y la aparición de sabores y olores rancios, y este vínculo es casi siempre positivo.

V. CONCLUSIONES

- ✓ Los valores fisicoquímicos de la harina de cascarilla de cacao fueron: humedad (8,10%); proteína (14,67%); grasa (9,31%), cenizas (8,43%); fibra cruda (22,40%), carbohidratos (37,08%) y funcionales: Polifenoles totales (76,45 mg G.A.E. /g), Capacidad antioxidante IC 50 (84,13 µg/mL).
- ✓ Los valores fisicoquímicos del jugo de yacón fueron: pH (6,71) y °brix (10,42) y del jarabe fueron: pH (6,10), °brix (70,33) y los fructooligosacáridos del jarabe de yacón fue 47,08%.
- ✓ La evaluación sensorial de la barra energética de los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia general mostraron aceptabilidad de este producto en el tratamiento 5 (T5) con un promedio de 6 puntos según la escala hedónica que corresponde a “me gusta”, cuyos valores proximales fueron: humedad (5,19%); proteínas (10,34%); grasa (5,56%); cenizas (1,51%); fibra (7,73%); carbohidratos (69,67%) e índice de peróxido de 5,58 meq. de O₂/kg de muestra.
- ✓ Los parámetros tecnológicos para desarrollar la barra energética saludable según la aceptabilidad sensorial corresponde al T5 que estuvo constituida por 8% de harina de cascarilla de cacao, 10% de jarabe de yacón, con 31% de quinua expandida, 31% de kiwicha expandida, 10% de miel de abeja, 5% de coco rallado y 5% de pasas negras.
- ✓ El producto óptimo obtenido mostró buenas características fisicoquímicas indicando el producto de calidad aceptable y saludable que puede ser consumido por la población en general.

VI. RECOMENDACIONES

- Determinar la vida útil de la barra energética con adición de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón con pruebas aceleradas.
- Realizar un estudio técnico-económico de la barra energética obtenida en este estudio.
- Realizar el perfil microbiológico de la barra energética durante el almacenamiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, D.; Martínez, R.; Muñoz, J.; Torres, M.; Vargas, G. 2010. Residuos de café, cacao y cladodio de tuna: fuentes promisorias de fibra dietaria. *Revista tecnología ESPOL-RTE* 23(2): 63-69.
- Adrianzén Guerrero, O. D., & Julca Neira, A. (2021). Desarrollo de Barras de Cereales a Base de Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Cañihua (*C. pallidicaule*) y Hierro Hemínico para Niños. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/101>.
- Aguado, B. (2017). Influencia del tiempo de soleado sobre la concentración de Aiquipa Ramos, F. (2022). Extracción del jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y su uso para la elaboración de granola apta para personas con sobrepeso y obesidad. Tesis de grado. Universidad Nacional Federico Villareal. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/6371>.
- Aponte E. (2022). Desarrollo de una barra energética a partir de cultivos andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Avena (*Avena Sativa*) y Amaranto (*Amaranthus Caudatus L.*). tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Extraído de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36524/1/CAL%20006.pdf>.
- Arroyo, E. (2018). Barra energética a partir del fruto del zapallo. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10219>.
- 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/123456789/4914/1/45053_1.pdf.
- Badui, S. (2018). *Química de los Alimentos*. Pearson.
- 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.
- Barišić V, Kopjar M, Jozinović A, Flanjak I, Ačkar Đ, Miličević B, Šubarić D, Jokić S, Babić J. 2019. The Chemistry behind Chocolate Production. *Molecules*. 24(17). eng. [sin lugar] [sin editorial].

- Batista L. (2009) *El cultivo de cacao. Centro para el desarrollo agropecuario y forestal.* Extraído de: <https://intranet.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>.
- Caballero L. y Colonia A. (2018). YACÓN COMO PLANTA PROMISORIA EN EL MANEJO DE ENFERMEDADES. *Artículos de investigación científica y tecnológica*, vol. 20, no. 36, pp. 145–147. <https://www.redalyc.org/journal/2390/239059788010/html/>
- Calle, T. (2017). *Utilización de cáscara de cacao (Theobroma cacao) fermentada en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento. Tesis. Ing. Zootecnista. ESPACH. Riobamba-Chimborazo, EC.* Extraído de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7176/1/17T1484.pdf>.
- Carrasco, O. (2015). *Obtención de harina baja en gluten a partir de la cascarilla de cacao de las variedades CCN-51 y Nacional. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA.* Extraído de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3647>
- Castillo Palomino, J. E. (2014). *Análisis y perspectivas del yacón.* Extraído de <https://hdl.handle.net/20.500.12952/1129>.
- Cayetano, T.; Peña, K.; Olivarez, E. & Vargas, S. (2021). *Estudio de vigilancia tecnológica en el cultivo de cacao. Instituto Nacional de Innovación Agraria.* ISBN: 978-9972-44-083-0. Extraído de <https://hdl.handle.net/20.500.12955/1548>.
- Chacón, A. (2006). *Perspectivas agroindustriales actuales de los oligofruetosacáridos (FOS). Agronomía Mesoamericana.* 17. 263-283. 10.15517/am.v17i2.5165. DOI: [10.15517/am.v17i2.5165](https://doi.org/10.15517/am.v17i2.5165).
- Chanta, P. (2021). *“Elaboración de una Barra Nutritiva a Base de Quinua, Arroz, Mango, Maní, Cacao, Enriquecido con Miel de Abeja y Algarrobina” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén, Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias].* <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/382>.
- Coronado H, Marta, Vega y León, Salvador, Gutiérrez T, Rey, Vázquez F, Marcela, & Radilla V, Claudia. (2015). *Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>.
- Cruz A. (2017). *Ventajas y desventajas de consumir barras de proteínas.* Extraído de <https://noticiasya.com/2017/05/09/estos-son-las-ventajas-y-desventajas-de-consumir-barras-de-proteinas>.

- Cueva, G. (2020). *Desarrollo de una barra nutricional a base de quinua (Chenopodium quinoa), chía (Salvia hispanica), higo (Ficus carica) endulzada con stevia (Stevia rebaudiana)*. (Tesis de grado). Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14293>.
- Damodaran, S. y Parkin, K.L. (2019). *FENNEMA Química de los Alimentos*. Acribia S.A
- Dostert, N; Roque, J; Cano, A; Torre, M y Weigend, M. (2017). *Hoja botánica: Cacao - Theobroma cacao L. Extraído de* http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf.
- 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.
- Espitia-Pérez, P.; Pardo-Plaza, Y.; Montalvo-Puente, A. 2013. *Características del análisis proximal de harinas obtenidas de frutos de plátanos variedades Papocho y Pelipita (Musa ABB Simmonds)*. *Acta Agronómica* 62(3): 189-195.
- García-Díaz, Y. D., Aquino-Bolaños, E. N., Capistrán-Carabarin, A., & Luis, J. (2016). *Cuantificación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en frijol*. <https://www.uv.mx/mca/files/2018/01/L.-N.-Yatzil-Denih-Garcia-Diaz.pdf>.
- Gaspar Gonzalez, P. L., & Quintana Galindo, A. L. (2017). *Elaboración de barra energética funcional con harina desengrasada de sacha inchi (Plukenetia volubilis) y jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius)*. Tesis de pregrado. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1013>.
- Gastulo Malca, J., & Quevedo Rojas, T. (2021). *Elaboración de una barra alimenticia funcional de kiwicha (Amaranthus caudatus linnaeus), polen Y miel de abeja (Apis mellifera) [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. In Tesis de pregrado. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/7132>.
- Goncalves, J., Silva, C., Castilho, P. y Cámara, J. (2013). *An attractive sensitive and highthroughput strategy based on microextraction by packed sorbent followed by UHPLCPDA analysis for quantification of hydroxybenzoic and*

- hydroxycinnamic acids in wines. *Microchem Journal (Valencia)*, 106(1), pp. 129-138. <https://digituma.uma.pt/handle/10400.13/2481>.
- Guija Poma E, Inocente Camones MÁ, Ponce Pardo J, Zarzosa Norabuena E. 2015. Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. *Horiz Med*; 15(1):57–60.
- Gutiérrez TJ. 2017. State-of-the-Art Chocolate Manufacture: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 16(6):1313–1344.
- Hernández C, Morales Sillero A, Fernández Bolaños J, Bermúdez Oria A, Morales AA, Rodríguez Gutiérrez G. (2019). Cocoa bean husk: industrial source of antioxidant phenolic extract. *J Sci Food Agric*. 99(1):325–333. eng.
- Hernández. (2011). Diseño y formulación de una barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel. Trabajo de grado. Universidad Simón Bolívar.
- Horna, J. (2019). Elaboración y comercialización de barras nutritivas de curcuma y moringa. (Tesis de pregrado). Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/9190>.
- Jibaja, E. 2014. Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, *Mangífera indica*, variedad “criollo”. *Rev. Científica* 2(1): 62-69.
- Jiménez Ferré, H. (2018). Desarrollo de una barra de cereal tipo energética mediante el uso de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis de pregrado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10189>.
- Jozinović A, Panak Balentić J, Ačkar Đ, Babić J, Pajin B, Miličević B, Guberac S, Vrdoljak A, Šubarić D. 2019. Cocoa husk application in the enrichment of extruded snack products. *J Food Process Preserv*. 43(2):e13866.
- Machuca L. (2020). “DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE JARABE DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) APLICADO COMO EDULCORANTE EN EL YOGURT DE ZANAHORIA (*Daucus carota*) PARA SU ACEPTABILIDAD ORGANOLÉPTICA. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca. Extraído de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4687>.
- Manrique, I. Parraga, A.; Hermann, M. (2005) Jarabe de yacón: Principios y procesamiento. Conservación y uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos: Un década de investigación 25 para el desarrollo. no. 8A. Lima, Centro Internacional de la Papa (CIP); Universidad Nacional

- Daniel Alcides Carrión; Fundación Erbacher; Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Extraído de https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/06/1919-Jarabe_Yacon.pdf.
- Manrique, I. y Párraga, A. (2005). Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos Andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Centro Internacional de La Papa. Lima, Perú.
- Mariño, A., Núñez, M., & Gámez, A. (2016). Alimentación saludable. Healthy nutrition. Centro de Rehabilitación Integral CEDESA, 1–13. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24164/1/UPS-GT004216.pdf>
- Márquez L. y Vásquez, C. (2018). Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(2), pp.67-78. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612018000200067&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Martínez, R.; Torres, P.; Meneses, M.A.; Figueroa, J.; Pérez, A.; Viuda, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. *Food Research International* 49(1): 39-45.
- Mechato, A., & Vera-Cieza, R. (2024). Evaluación de la proporción óptima de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y piña (*Ananas comosus*) de una bebida funcional enriquecida con linaza. *Revista De investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 4(2), 33–42. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20242.994>.
- Moreno C. (2017). Influencia de la adición de harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.), variedad kent y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde. (Tesis doctoral, Universidad Nacional del Santa. Repositorio insitucional de la Universidad Nacional del Santa. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3037>.
- Munin, A y Edwards, F.(2011). Encapsulation of natural polyphenolic compounds. *Institute of molecular chemistry of Reims. University of Reims Champagne-Ardenne (Reims)*, 3(4), pp. 793-829. <https://www.mdpi.com/1999-4923/3/4/793/htm>.
- Muñoz Jáuregui, A. (2010). Yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp) H.Rob. Obtenido de <https://repositorio.promperu.gob.pe/items/6600cb1c-893d-4898-a9ce-7ba26a7aac86>.
- Murillo, I. 2008. Evaluación de 2 dietas experimentales con diferentes niveles de cascarilla de cacao en las fases de crecimiento y acabado de cuyes de raza andina. Tesis Ing. Ciudad de Guayaquil, Ecuador, ESPOL. 6 p.

- Murillo-Baca, S., Ponce-Rosas, F., & Huamán-Murillo, M. (2020). Características físico-químicas, compuestos bioactivos y contenido de minerales en la harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Manglar*, 17(1), 67-73. Extraído de <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/148/264>.
- Narai-Kanayama, A., Tokita, N., & Aso, K. (2007). Dependencia del contenido de fructooligosacáridos de la actividad de las enzimas metabolizadoras de fructooligosacáridos en raíces tuberosas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) durante el almacenamiento. *Revista de ciencia de los alimentos*, 72(6), S381–S387. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00422.x>
- Navia, A. & Pazmiño, N., 2012. *Mejoramiento de las Características Sensoriales del Cacao CCN-51 a través de la adición de enzimas durante el proceso de fermentación*, Guayaquil. Extraído de <http://www.dspace.espol.edu.ec/123456789/21147>.
- 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. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2577>.
- Olivera, M. (2012). *Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica*. *Revista chilena de nutrición*. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182012000300003&script=sci_arttext&tlnq=e.
- Olivera, M., Ferreira, V., & Giacomino, S. (2015). *Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica*. *Revista chilena de nutrición*, 39(3), 18-25. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071775182012000300003.
- Pacheco, S. Z. (2014). *Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales*. *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2). Extraído de <http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/522>.
- Panak Balentić J, Ačkar Đ, Jokić S, Jozinović A, Babić J, Miličević B, Šubarić D, Pavlović N. (2018). Cocoa Shell: A By-Product with Great Potential for Wide Application. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 23(6), 1404.
- Paredes M. (2003) *Manual de cultivo de cacao*. Programa de desarrollo de la amazonia. Ministerio de Agricultura.

<https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/372/1/cacao%20-%20copia.pdf>.

- Paredes, G. (2019). *Exportación de la infusión de cascarilla de cacao a EE. UU. Maestría en Negosicon Internacionales con mención en Estrategia Competitiva*. UNG. Quito-Pichincha, EC. Extraído de <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/bitstream/ucasagrande/1945/1/Tesis>.
- Paucar U. (2014). *Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y harina de bagazo de naranja valencia (Citrus sinensis L.)*. (Título profesional, Universidad Nacional del Centro del Perú. Repositorio institucional UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1887>.
- Pavlović N, Jokić S, Jakovljević M, Blažić M, Molnar M. (2020). *Green Extraction Methods for Active Compounds from Food Waste-Cocoa Bean Shell*. *Foods*. 9(2). eng.
- Pazmiño, M. (2014). *Aprovechamiento de los principios activos del yacón (Smallanthus Sonchifolius), para la elaboración de yogurt rico en FOS (Fructooligosacáridos)*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.uq.edu.ec/bitstream/reduq/7198/1/PAZMIÑO.pdf>.
- Perea-Villamil, J.; Cadena-Cala, T.; Herrera-Ardila, J. 2009. *El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: efecto del procesamiento*. Artículo. Centro de investigación de ciencia y tecnología de alimentos. Santander. Colombia.
- Pereira, R. (2009). *Extracción y utilización de fructanos de yacón (polymnia sonchifolia) para alimentos funcionales*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Paulista]. Repositorio institucional UNESP. <https://acervodigital.unesp.br/handle/11449/101839>.
- Priyanka, T. (2016). *Standardization and development of different types of energy bars*. *International Journal of Home Science*. Extraído de <https://www.homesciencejournal.com/archives/2017/vol3issue1/PartF/3-1-81.pdf>.
- Reyna, N. (2018). *Formulación de barras nutricionales con proteínas lácteas: índice glucémico y efecto de saciedad*. *Nutrición Hospitalaria*, 33 (2), 395-400. Extraído de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016000200033.
- Roberfroid, M. B. (2005). *Introducing insulin-type fructans*. *Br. J. Nutr.* 93:S13–S25.

- Rodríguez-Sánchez, José L., et al. (2020). CARACTERIZACION FISICA Y QUIMICA DE LA CASCARILLA DEL GRANO TOSTADO DE CACAO." *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, vol. 30, no. 3, pp. 23+. Gale OneFile: Informe Académico, link.gale.com/apps/doc/A660000631/IFME?u=anon~e441f656&sid=googleScholar&xid=ad70ec8b Accessed 8 Feb. 2024.
- Rojó Poveda O, Barbosa Pereira L, Zeppa G, Stévigny C. 2020. Cocoa Bean Shell- A By-Product with Nutritional Properties and Biofunctional Potential. *Nutrients*. 12(4). Eng.
- Ruiz A. (2016). Composición y tipos de barras energéticas. *Rev. Sección Ejercicio y deporte. Complejo hospitalario de Navarra. España*.
- Ruiz, A. (2019). *Nutrición deportiva: Barras energéticas*. (P. plus, Ed.) Salud y bienestar. Obtenido de <https://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/nutricion-deportiva/composicion-y-tipos-de-barras-energeticas-12145>.
- Sánchez-Mora, Fernando D., Medina-Jara, S. Mariela, Díaz-Coronel, Gorki T., Ramos-Remache, Rommel A., Vera-Chang, Jaime F., Vásquez-Morán, Vicente F., Troya-Mera, Fidel A., Garcés-Fiallos, Felipe R., & Onofre-Nodari, Rubens. (2015). Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(3), 265-274. Recuperado en 09 de febrero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000300005&lng=es&tlnq=es.
- Seminario, J., Valderrama, M. & Manrique, I. (2003). *El yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio*. Universidad Nacional de Cajamarca. https://cipotato.org/wpcontent/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_passw_ord.pdf
- Shay, J., Elbaz, H., Lee, I., Zielske, P., Malek, M. y Huttemann, M. (2015). Molecular mechanisms and therapeutic effects of (-)-Epicatechin and other polyphenols in cancer, inflammation, diabetes, and neurodegeneration. *Hindawi Publishing Corporation (El Cairo)*, 2015(1), pp 13. [https://Sci-Hub | Molecular Mechanisms and Therapeutic Effects of \(-\)-Epicatechin and Other Polyphenols in Cancer, Inflammation, Diabetes, and Neurodegeneration. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2015, 1–13](https://Sci-Hub | Molecular Mechanisms and Therapeutic Effects of (-)-Epicatechin and Other Polyphenols in Cancer, Inflammation, Diabetes, and Neurodegeneration. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2015, 1–13).

- Siles L. y Guido E. (2020). *Barra energética a partir de cereales y frutos secos de alto valor nutricional y aporte energético*, Departamento de Química, UNAN-Managua, septiembre–diciembre 2019. Extraído de <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/14073>
- Solano Maroto, J., Sáenz Murillo, M.V., Castro Chinchilla, J. & Ramírez Sánchez, M. (2021). Efecto del retraso entre la cosecha y el inicio de enfriamiento sobre la calidad de frutos de piña. *Agronomía Costarricense*, 115-127. <https://doi.org/10.15517/rac.v45i1.45718>.
- Soto, P. 2012. *Desarrollo del proceso de producción de cascarilla de semilla de cacao en polvo destinada al consumo humano*. Tesis de Grado. Coordinación de Ingeniería Química. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas. Venezuela
- Suárez, D.F.T., Lima, L.L. de A., Stamford, T.C.M., Silva, D.C. da, Santos, T.G., Lima, G.S. de, Padilha, V.M. & Stamford, T.L.M. (2021). Physicochemical and sensorial characterization of yacon mixed juice with bioactive properties. *Ciência Rural*, 52, e20210140. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210140>.
- Tapia Yáñez, C. A. (2015). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de cacao, (Theobroma cacao L.) variedad arriba y CCN51 para la elaboración de una infusión*. Ambato: Universidad técnica de Ambato. Extraído de: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/11981>
- Teneda Llerena WF, Ah Hen K, Lemus Mondaca R. 2017. Caracterización de una infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*, var. Arriba) con hierbas aromáticas. *agrosur*. 45(3):47–55.
- Van Dorsten, F., Peters, S., Gross, G., Roldan, V., Klinkenberg, M., Vaughan, E., Possemiers, S., Van de Wiele, T. y Jacobs, D. (2012). Gut microbial metabolism of polyphenols from black tea and red wine/ grape juice is source-specific and colonregion dependent gut microbial metabolism of polyphenols from black tea and red wine/ grape juice is source-specific and colon-region dependent. *Journal of Agric Food Chem (California)*, 60(45), pp. 11331-11342. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23072624/>.
- Vásquez, A. M., Quintero Escobar, C. A., Trujillo Capera, J. E., & Perdomo Falla, E. F. (2022). APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTO DEL CACAO PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS. *Revista Agropecuaria Y Agroindustrial*

- La Angostura, 4. Recuperado a partir de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/raaa/article/view/4704>.
- Velastegui, A. (2016). "Desarrollo de un alimento nutritivo y energético tipo barra a partir de moringa, quinoa y amaranto". (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. <https://bit.ly/AlimentoEnergeticoMoringaQuinoa2016>.
- Vinci, D. M., & Taylor, K. G. (2018). Energy Bars Galore. *Athletic Therapy Today*, 9 (6), 36-38.
- Vriesmann, L.; Casthano, A.; Petkowicz, C. 2011. Cacao pod husk (*Teobroma cacao* L.): composition and hot-water-soluble pectins. *Industrial crops and products* 34: 1173-1181.
- Willeman, P., Hance, P., Fertin, A., Voedts, N., Duhal, N., Goossens, J., Hilbert, J. (2014). A method for the simultaneous determination of chlorogenic acid and sesquiterpene lactone content in industrial chicory root foodstuffs. *The scientific world journal* (Londres), 2014(1), pp.11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25548785/>.
- Yacila, L. (2014). Efecto de la proporción de *Chenopodium quinoa* (quinua), *Amaranthus caudatus* (kiwicha) Y *Plukenetia volubilis* L. (sacha inchi) en la aceptabilidad general y el análisis proximal de una barra energética. *Científica*, 2(2), 56-70. <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/cientifica/article/view/1366>.
- Yambay, W. (2017). Evaluación de barras energéticas enriquecidas con guandul (*Cajanus cajan*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*). *Sathiri*, 12(2), 15. <https://doi.org/10.32645/13906925.100>.
- Yıldız, S. (2011). The metabolism of fructooligosaccharides and fructooligosaccharide-related compounds in plants. *Food Rev. Int.* 27:16–50.
- Zenteno Pacheco, S. (2019). Barras de cereales energéticos y enriquecidos con 46 otras fuentes vegetales. *Revista de Investigación Universitaria*, 3, 58-56. Obtenido de <http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/522>.
- Zhao L, Chen J, Su J, Li L, Hu S, Li B, Zhang X, Xu Z, Chen T. 2013. In vitro antioxidant and antiproliferative activities of 5-hydroxymethylfurfural. *J Agric Food Chem.* 61(44). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24107143/>.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

FICHA TÉCNICA DEL ZUMO DE YACÓN

Zumo de Yacón

Ficha Técnica

Denys Rivera e Iván Manrique

Zumo de Yacón - Ficha Técnica, Centro Internacional de la Papa (CIP)
Lima, Perú, Abril 2005
www.cipotato.org/artc/cipcrops/fichazumoyacon.pdf
ISBN 92-9060-251-1

Introducción

El yacón¹, una raíz originaria de la región Andina, es una fuente importante de oligofructosa (OF), un azúcar especial que aporta pocas calorías y no eleva el nivel de glucosa en la sangre. La raíz contiene también compuestos fenólicos antioxidantes asociados a la prevención de ciertas enfermedades crónicas como la arteriosclerosis y la diabetes².

Esta ficha contiene información de los insumos, los equipos y los procesos necesarios para producir zumo de yacón con estándares de calidad óptimos. Los procesos físicos y químicos empleados para elaborar el zumo fueron cuidadosamente seleccionados para impedir la degradación de la OF y de los compuestos fenólicos.

Insumos

Raíces

Es preferible seleccionar cultivares con un contenido de sólidos solubles mayor a 10°Brix e iniciar el procesamiento del zumo tan pronto como sea posible ya que en las raíces la OF se puede degradar en un rango de 30 a 40% después de la cosecha.

Ácido ascórbico

Controla el pardeamiento enzimático del jugo de yacón.

Ácido cítrico

Regula el pH del jugo para hacerlo menos susceptible al ataque de microorganismos durante el almacenamiento.

L.Manrique



Sorbato de potasio

Inhibe el desarrollo de hongos y levaduras e incrementa el tiempo de vida en anaquel del jugo envasado.

Estabilizante

Evita la sedimentación de la pulpa y confiere mayor consistencia al zumo de yacón.²

Equipos y materiales

Extractor de jugos, filtro prensa, cocina semi-industrial o industrial, balanza, refractómetro, potenciómetro o cinta indicadora de pH, termómetro. Además, diferentes materiales como evaporadores (ollas), baldes, paletas, frascos, entre otros.

² El estabilizante que mejores resultados produjo fue STABINEC 18635, producto elaborado por Montana S.A.

Proceso de elaboración

Selección

Se descartan aquellas raíces con signos de pudrición y contaminación microbiana. Las raíces muy pequeñas (<50 g) también son descartadas.

Lavado y desinfección

Lavando las raíces con abundante agua se eliminan los restos de tierra y materia orgánica adheridos en la cáscara. Posteriormente, al sumergir el yacón en una solución de 200 ppm de hipoclorito de sodio por 5 minutos, se reduce la carga microbiana en la materia prima.

Pelado

Se usan peladores domésticos de papa. Es importante retirar minuciosamente toda la cáscara ya que en ella se concentra una cantidad muy alta de compuestos químicos propensos al pardeamiento enzimático.

Extracción del jugo

Se utiliza un extractor de jugos para este propósito. Para controlar el pardeamiento del extracto se utiliza 1.3 g de ácido ascórbico por cada kilogramo de raíces peladas.

Filtración del jugo

La filtración se realiza con un filtro prensa, pero también pueden usarse mallas muy finas (<100 µm de diámetro de poro) para lograr este propósito. El objetivo es disminuir la carga de partículas insolubles en el jugo.

Al jugo filtrado se añaden el resto de aditivos en las siguientes proporciones: 0.08% ácido cítrico, 0.04% sorbato de potasio y 0.8 a 1.0 g/L stabinec 18635. Para facilitar la solubilidad del stabinec es recomendable añadirlo al jugo cuando éste ha alcanzado una temperatura cercana a la ebullición.

Concentración y pasteurización

En una olla se evapora el agua del zumo hasta que la concentración de sólidos solubles llega a 20°Brix. Si la concentración se realiza a temperatura de ebullición y presión atmosférica, se realiza simultáneamente la pasteurización del jugo, es decir la destrucción de los microorganismos e inocuidad del producto.

Debido a que la concentración por ebullición y la pasteurización son procesos que usan temperaturas menores a 120°C, no existe riesgo que la OF se degrade durante estos procesos.



L.Manrique



I. Manrique

Envasado

El envasado se debe realizar a una temperatura no menor a 85°C. El llenado del zumo debe hacerse hasta el tope del contenido de la botella, evitando la formación de espuma.

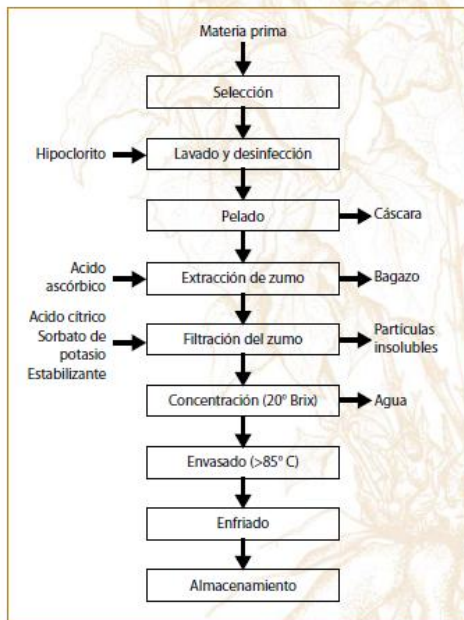
Enfriado

El producto envasado debe ser rápidamente enfriado para formar un vacío en la botella y lograr la mejor conservación del zumo envasado.

Etiquetado y almacenamiento

Los envases son etiquetados y almacenados en un lugar fresco, limpio, seco y con suficiente ventilación. El tiempo de vida en anaquel no ha podido ser medido, pero muchos productos similares alcanzan los 12 meses.

Flujo del procesamiento



Factores técnicos de conversión

El factor de conversión raíces:zumo es alrededor de 2:1, aunque puede variar debido al tamaño de las raíces y al contenido de sólidos solubles.

Caracterización del zumo

El zumo envasado debe tener una concentración de sólidos solubles de 20°Brix y un pH=4 – 4.4. Se puede usar ácido cítrico para reducir el pH del zumo si fuese necesario.

Tabla nutricional. En base a 100 ml de zumo de yacón.

Componente	Rango
Humedad	78 – 80 g
Oligofruktosa (OF)*	10 – 13 g
Azúcares simples**	7 – 10 g
Proteínas	0.5 – 0.6 g
Grasa	0 g
Potasio	290 – 380 mg
Sodio	20 – 25 mg
Calorías	38 – 55 kcal

* Fisiológicamente la OF se comporta como fibra soluble.

** Incluye sacarosa, fructosa y glucosa.

La composición nutricional del zumo puede variar mucho (ver tabla), dependiendo del cultivar de yacón usado como materia prima y del tiempo en poscosecha de las raíces.

Efectos esperados sobre la salud

El alto contenido de OF en el zumo de yacón satisface una parte importante de las necesidades diarias de fibra del organismo y ayuda a promover una mejor salud del tracto gastrointestinal (efecto prebiótico).

Estudios preliminares sugieren que el consumo de OF reduce el nivel de colesterol y el riesgo de cáncer de colon, mejora la asimilación de calcio y fortalece el sistema inmunológico. Sin embargo, mucha investigación es aun requerida en estos temas para aplicarlos en humanos³.

Referencias

1. Manrique I, Herman M & T Bernet. 2004. Yacón - Ficha Técnica. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, 2p. Diciembre 2004. www.cipotato.org/artc/ciprops/fichatecnicyacon.pdf
2. Seminario J, Valderrama M & I Manrique. 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. http://www.cipotato.org/market/PDFdocs/Yacon_Fundamentos_password.pdf
3. Andersson H, Asp NG, Bruce A, Roos S, Wadström T & AE Wold. 2001. Health effects of probiotics and prebiotics. A literature review on human studies. *Scandinavian Journal of Nutrition* 45:58-75.



La Visión del CIP

El Centro Internacional de la Papa (CIP) contribuirá a reducir la pobreza y el hambre, a mejorar la salud humana, desarrollar sistemas de sustento rurales y urbanos sostenibles y robustos, y mejorar el acceso a los beneficios de los conocimientos y las tecnologías modernas. El CIP, un Centro Mundial, afrontará estos desafíos ejecutando y convocando investigaciones y alianzas que se centren en la papa, el camote, las raíces y los tubérculos andinos, y los sistemas de montaña y otras zonas menos favorecidas en donde el CIP puede contribuir a un desarrollo humano saludable y sostenible. www.cipotato.org

FUTURE HARVEST



El CIP es un centro perteneciente a Future Harvest (Cosecha del Futuro), y recibe la mayor parte de su financiamiento de un grupo de gobiernos, fundaciones privadas y organizaciones internacionales y regionales que conforman el Grupo para la Investigación Agrícola Internacional, más conocido por sus siglas en inglés CGIAR. www.futureharvest.org . www.cgiar.org

ANEXO 2

FICHA DE EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA LA BARRA ENERGÉTICA A BASE DE HARINA DE CASCARILLA DE CACAO Y JARABE DE YACÓN

Nombre:.....Edad.....

Fecha:.....

I. Estás recibiendo muestras codificadas de **BARRA ENERGÉTICA**. Por favor, indique según la escala abajo indicada, cuánto le gustó o disgustó el **COLOR** de la muestra:

7. Me gusta mucho
6. Me gusta
5. Me gusta poco
4. No me gusta ni me disgusta
3. Me disgusta poco
2. Me disgusta
1. Me disgusta mucho

Muestra	COLOR
T1	
T2	
T3	

II Por favor, ahora pruebe la muestra e indique según la escala de abajo, cuánto le gustó o disgustó el **OLOR** de la muestra:

7. Me gusta mucho
6. Me gusta
5. Me gusta poco
4. No me gusta ni me disgusta
3. Me disgusta poco
2. Me disgusta
1. Me disgusta mucho

Muestra	OLOR
T1	
T2	
T3	

III. Por favor, indique según la escala de abajo, cuánto le gustó o disgustó el **SABOR** de la muestra.

7. Me gusta mucho
6. Me gusta
5. Me gusta poco
4. No me gusta ni me disgusta
3. Me disgusta poco
2. Me disgusta
1. Me disgusta mucho

Muestra	SABOR
T1	
T2	
T3	

IV. Por favor, pruebe nuevamente la muestra e indique según la escala abajo indicada en cuánto le gusta o disgusta la **TEXTURA** de la muestra:

7. Me gusta mucho
6. Me gusta
5. Me gusta poco
4. No me gusta ni me disgusta
3. Me disgusta poco
2. Me disgusta
1. Me disgusta mucho

Muestra	TEXTURA
T1	
T2	
T3	

V. Por favor, pruebe nuevamente la muestra e indique según la escala abajo indicada en cuánto le gusta o disgusta la **ACEPTABILIDAD GENERAL** de la muestra:

7. Me gusta mucho
6. Me gusta
5. Me gusta poco
4. No me gusta ni me disgusta
3. Me disgusta poco
2. Me disgusta
1. Me disgusta mucho

Muestra	Apariencia general
T1	
T2	
T3	

.....

FIRMA

ANEXO 3

NORMA CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO

1

Codex Standard 152-1985

NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO

CODEX STAN 152-1985

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

- 1.1 La presente Norma se aplica a la harina de trigo para el consumo humano, elaborada con trigo común, *Triticum aestivum* L. o con trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o una mezcla de los mismos, que ha sido preenvasada y está lista para la venta al consumidor o está destinada para utilizarla en la elaboración de otros productos alimenticios.
- 1.2 No se aplica:
- a ningún producto elaborado con trigo duro, *Triticum durum* Desf., solamente o en combinación con otros trigos;
 - a la harina integral, a la harina o sémola de trigo entero, a la harina fina de trigo común *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado *Triticum compactum* Host., o una mezcla de los mismos;
 - a la harina de trigo destinada a utilizarse como aditivo en la elaboración de la cerveza o para la elaboración del almidón y/o el gluten;
 - a la harina de trigo destinada a la industria no alimentaria;
 - a las harinas cuyo contenido de proteínas se haya reducido o a las que, después del proceso de molienda, hayan sido sometidas a un tratamiento especial que no sea el de secado o blanqueado, y/o a las cuales se les hayan agregado otros ingredientes distintos de los mencionados en las secciones 3.2.2 y 4.

2. DESCRIPCIÓN

2.1 Definición del producto

Por harina de trigo se entiende el producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

3.1 Factores de calidad – generales

- 3.1.1 La harina de trigo, así como todos los ingredientes que se agreguen, deberán ser inocuos y apropiados para el consumo humano.
- 3.1.2 La harina de trigo deberá estar exenta de sabores y olores extraños y de insectos vivos.
- 3.1.3 La harina de trigo deberá estar exenta de suciedad (impurezas de origen animal, incluidos insectos muertos), en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

3.2 Factores de calidad – específicos

- 3.2.1 **Contenido de humedad** 15,5 % m/m máximo
Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos. Se pide a los gobiernos que acepten esta Norma que indiquen y justifiquen los requisitos vigentes en su país.
- 3.2.2 **Ingredientes facultativos**
Los siguientes ingredientes pueden agregarse a la harina de trigo en las cantidades necesarias para fines tecnológicos:
- productos malteados con actividad enzimática, fabricado con trigo, centeno o cebada;
 - gluten vital de trigo;
 - harina de soja y harina de leguminosas.

Adoptado 1985. Revisión 1995.

4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

4.1 Enzimas		Nivel máximo en el producto terminado
4.1.1	Amilasa fúngica de <i>Aspergillus niger</i>	BPF
4.1.2	Amilasa fúngica de <i>Aspergillus oryzae</i>	BPF
4.1.3	Enzima proteolítica de <i>Bacillus subtilis</i>	BPF
4.1.4	Enzima proteolítica de <i>Aspergillus oryzae</i>	BPF
4.2 Agentes para el tratamiento de las harinas		Nivel máximo en el producto terminado
4.2.1	Ácido ascórbico L. y sus sales de sodio y potasio	300 mg/kg
4.2.2	Hidrocloruro de L.-cisteína	90 mg/kg
4.2.3	Dióxido de azufre (en harinas utilizadas únicamente para la fabricación de bizcochos y pastas)	200 mg/kg
4.2.4	Fosfato monocálcico	2 500 mg/kg
4.2.5	Lecitina	2 000 mg/kg
4.2.6	Cloro en tortas de alto porcentaje	2 500 mg/kg
4.2.7	Dióxido de cloro para productos de panadería crecidos con levadura	30 mg/kg
4.2.8	Peróxido benzoílico	60 mg/kg
4.2.9	Azodicarbonamida para pan con levadura	45 mg/kg

5. CONTAMINANTES

- 5.1 Metales pesados**
La Harina de trigo deberá estar exenta de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.
- 5.2 Residuos de plaguicidas**
La harina de trigo se deberá ajustar a los límites máximos para residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.
- 5.3 Micotoxinas**
La harina de trigo deberá ajustarse a los límites máximos para micotoxinas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

6. HIGIENE

- 6.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del *Código Internacional de Prácticas Recomendado – Principios Generales de Higiene de los Alimentos* (CAC/RCP 1-1969) y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean pertinentes para este producto.
- 6.2 En la medida de lo posible, con arreglo a las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables.
- 6.3 Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto:
- deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
 - deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y

APÉNDICE

En los casos en que figure más de un límite de factor y/o método de análisis se recomienda encarecidamente a los usuarios que especifiquen el límite y método de análisis apropiados.

Factor/Descripción	Límite	Método de análisis
CENIZA	A gusto del comprador	AOAC 923.03 ISO 2171:1980 Método ICC No. 104/1 (1990)
ACIDEZ DE LA GRASA	Máx. 70 mg por 100 g de harina respecto a la materia seca expresada como ácido sulfúrico - 0 - Se necesitará no más de 50 mg de hidróxido de potasio para neutralizar los ácidos grasos libres en 100 gramos de harina, respecto a la materia seca	Método ISO 7305 (1986) - 0 - AOAC 939.05
PROTEÍNA (N x 5,7)	Min. 7,0 % referido al peso del producto seco	ICC 105/1 - Método de determinación de la proteína bruta en cereales y productos a base de cereales para alimentos de consumo humano y piensos, utilizando catalizador de selenio/cobre (Método del Tipo 1) - 0 - ISO 1871:1975
SUSTANCIAS NUTRITIVAS ■ vitaminas ■ minerales ■ aminoácidos	De conformidad con la legislación del país en que se vende el producto	No se ha definido ningún método
TAMAÑO DE LAS PARTICULAS (GRANULOSIDAD)	El 98 % o más de la harina deberá pasar a través de un tamiz (No. 70) de 212 micras	AOAC 965.22

ANEXO 4
EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA BARRA ENERGÉTICA

ATRIBUTO: COLOR

Panelistas	HCC (4%)			HCC (8%)			HCC (12%)		
	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	6	6	7	6	7	7	6	7	5
2	4	5	4	6	5	5	5	7	5
3	4	7	4	5	6	6	5	5	5
4	7	6	7	7	7	7	6	6	6
5	6	6	5	6	5	5	5	5	5
6	7	7	7	6	5	5	6	6	6
7	6	5	4	5	6	6	6	6	6
8	5	6	5	5	6	5	5	5	5
9	5	6	5	5	6	6	5	4	6
10	4	6	6	6	7	7	5	4	5
11	6	6	6	5	7	5	5	7	6
12	6	5	6	5	6	6	6	5	6
13	6	6	7	4	5	5	6	4	6
14	7	6	5	4	5	5	5	4	7
15	5	4	4	7	6	7	6	5	6
16	4	6	5	5	6	6	5	5	5
17	5	6	5	5	7	5	6	5	6
18	6	5	6	6	6	6	5	7	5
19	7	6	6	5	5	5	6	5	6
20	7	6	7	6	5	5	5	4	5
Suma	113	116	111	109	118	114	109	106	112
Promedio	5.65	5.8	5.55	5.45	5.9	5.7	5.45	5.3	5.6

ATRIBUTO: OLOR

Panelistas	HCC (4%)			HCC (8%)			HCC (12%)		
	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	7	5	7	6	6	7	5	6	5
2	6	6	4	6	6	5	5	6	5
3	5	5	4	6	5	6	5	4	5
4	7	5	7	6	6	7	6	5	6
5	6	4	5	6	6	5	4	5	5
6	6	6	7	6	6	5	6	6	6
7	5	6	4	5	5	6	5	6	6
8	5	5	5	5	6	5	5	5	5
9	4	5	5	5	6	6	5	5	5
10	5	6	6	5	7	7	5	5	5
11	6	6	6	6	6	5	6	6	5
12	6	5	6	6	6	6	5	5	5
13	5	6	7	6	6	5	5	5	5
14	6	5	5	5	5	5	5	5	5
15	4	4	4	6	7	7	5	5	6
16	5	7	5	5	7	6	5	5	5
17	4	7	5	5	6	5	5	5	6
18	5	6	6	6	6	6	4	5	5
19	6	6	6	5	7	5	6	5	5
20	4	6	5	6	6	5	5	4	5
Suma	107	111	109	112	121	114	102	103	105
Promedio	5.35	5.55	5.45	5.6	6.05	5.7	5.1	5.15	5.25

ATRIBUTO: SABOR

Panelistas	HCC (4%)			HCC (8%)			HCC (12%)		
	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	7	6	7	6	5	7	5	7	5
2	5	6	4	6	7	5	6	7	5
3	6	7	4	5	6	6	7	7	5
4	6	6	7	5	5	7	6	5	6
5	6	5	5	6	6	5	5	5	5
6	6	6	7	7	7	5	7	6	6
7	6	7	5	6	4	6	7	6	6
8	5	6	5	5	7	5	6	5	5
9	6	5	5	5	5	6	7	5	6
10	5	6	6	5	7	7	6	6	5
11	6	6	6	7	6	5	5	5	6
12	6	5	6	5	6	6	5	6	6
13	6	6	6	5	5	5	5	5	6
14	5	5	5	6	6	5	5	6	7
15	4	6	4	7	6	7	4	5	6
16	4	6	5	6	5	6	5	5	5
17	5	6	5	5	7	5	6	7	6
18	7	5	6	6	6	6	6	6	5
19	7	6	6	5	6	5	4	6	6
20	6	5	7	4	5	5	6	4	5
Suma	114	116	111	112	117	114	113	114	112
Promedio	5.7	5.8	5.55	5.6	5.85	5.7	5.65	5.7	5.6

ATRIBUTO: TEXTURA

Panelistas	HCC (4%)			HCC (8%)			HCC (12%)		
	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	6	6	7	6	7	7	6	7	5
2	7	6	4	6	6	5	5	6	5
3	5	7	4	6	6	6	6	5	5
4	6	5	7	5	6	7	5	5	6
5	6	5	5	5	6	5	5	5	5
6	6	6	7	7	5	5	7	5	6
7	5	6	4	7	6	6	4	6	6
8	5	6	5	4	7	5	5	4	5
9	5	5	5	5	6	6	6	5	6
10	5	6	6	6	7	7	6	5	5
11	7	5	6	6	6	5	6	6	6
12	6	5	6	5	7	6	5	5	6
13	6	6	7	5	5	5	6	5	6
14	5	5	5	6	6	5	5	4	7
15	5	6	4	5	6	7	4	6	6
16	5	6	5	5	6	6	5	6	5
17	6	6	5	6	7	5	5	6	6
18	5	6	6	6	6	6	7	5	5
19	5	5	6	6	6	5	7	6	6
20	5	6	5	5	7	5	5	5	5
Suma	111	114	109	112	124	114	110	107	112
Promedio	5.55	5.7	5.45	5.6	6.2	5.7	5.5	5.35	5.6

ATRIBUTO: ACEPTABILIDAD GENERAL

Panelistas	HCC (4%)			HCC (8%)			HCC (12%)		
	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)	JY (5%)	JY (10%)	JY (15%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	6	6	7	7	6	7	6	5	5
2	5	6	4	6	6	5	6	7	5
3	5	6	4	5	5	6	5	5	5
4	5	6	7	5	7	7	6	5	6
5	5	6	5	6	6	5	6	6	5
6	5	6	7	6	6	5	6	7	6
7	5	6	5	5	7	6	5	6	6
8	5	6	5	5	6	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	6	7	4	6
10	5	6	6	4	7	7	6	4	5
11	5	6	6	6	7	5	5	6	6
12	6	6	6	5	5	6	6	5	6
13	7	7	7	5	6	5	6	4	6
14	6	7	5	6	7	5	4	6	7
15	4	4	6	7	7	7	6	4	6
16	4	6	5	5	7	6	5	5	5
17	6	7	5	7	6	5	6	6	6
18	6	6	6	7	7	6	5	6	5
19	7	7	6	4	7	5	5	5	6
20	6	6	7	5	5	5	4	4	5
Suma	108	121	114	111	125	114	110	105	112
Promedio	5.4	6.05	5.7	5.55	6.25	5.7	5.5	5.25	5.6

ANEXO 5
PANEL FOTOGRÁFICO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

5.1 Obtención de harina de cascarilla de cacao



5.2 Obtención de jarabe de yacón



5.3 Elaboración de la barra energética a base de harina de cascarilla de cacao y jarabe de yacón





**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS:****Desarrollo de una barra energética saludable con harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)****Expositora: Dianee Chavez Malca**
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Expediente N° 80599

Resolución Decanal N° 011-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 19-03-2025

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las diez de la mañana con cinco minutos del día viernes veintiuno de marzo del año dos mil veinticinco, se reunieron la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Dianee Chavez Malca**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Saul Ricardo CHUQUI DIESTRA, Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA y Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la Facultad), Mg. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Wuelde Cesar DIAZ MALDONADO (Secretario-Docente (e)).

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Desarrollo de una barra energética saludable con harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)**, presentado por la Bachiller **Dianee Chavez Malca**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 011-2025-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó a la Bachiller **Dianee Chavez Malca**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición de la Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE, Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA y Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA. Luego el Presidente invitó al Mg. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA (Ausente) para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente del jurado invito a la sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO QUINCE (15)**.



UNSCH

FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS:

Desarrollo de una barra energética saludable con harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Expositora: Dianee Chavez Malca
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Expediente N° 80599


Resolución Decanal N° 011-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 19-03-2025

Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite a la Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, la Bachiller **Dianee Chavez Malca**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA AGROINDUSTRIAL** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las doce del medio día con diez minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente


.....
Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA
Miembro


.....
Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA
Miembro


.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
Miembro


.....
Mg. Wuelde Cesar DIAZ MALDONADO
(Secretario Docente (e))

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y METALURGIA
Av. Independencia s/n
Ciudad Universitaria



UNSCH

FACULTAD DE
**INGENIERIA QUÍMICA
Y METALURGIA**

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

La Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, el egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor de la Tesis M.Cs. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA, se procedió a la evaluación de originalidad del archivo adjunto con el TURNITIN - UNSCH, **de acuerdo a los criterios establecidos en el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**; cuyos resultados son:

Tesis Desarrollo de una barra energética saludable con harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

Nombre y Apellido : Bach. **Dianee Chavez Malca**
Identificador de entrega : 2770687295
Fecha : 04-oct-2025 11:30a. m. (UTC-0500)
Archivo : Tesis_Final_Final_DCM.pdf (2.9M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del 21% de ÍNDICE DE SIMILITUD realizado con Depósito de trabajos estándar, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 13 de octubre del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Ing. Percy Fermín Velásquez Cooki
DIRECTOR

C.c.
Const. N°004-2025
Archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
Av. Independencia S/N - Ayacucho
Telf. 066-303496
Correo: ep.agroindustrial@unsch.edu.pe

Desarrollo de una barra energética saludable con harina de cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) y jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius)

por Dianee Chavez Malca

Fecha de entrega: 04-oct-2025 11:30a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2770687295

Nombre del archivo: Tesis_Final_Final_DCM.pdf (2.9M)

Total de palabras: 22894

Total de caracteres: 119066

Desarrollo de una barra energética saludable con harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

21 %

FUENTES DE INTERNET

4 %

PUBLICACIONES

10 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4 %
2	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	4 %
3	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1 %

9	1library.co Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.upec.edu.ec Fuente de Internet	1 %
13	repositorio.unan.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
14	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
15	repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet	<1 %
16	www.scielo.org.ve Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21 Submitted to Glyndwr University <1 %
Trabajo del estudiante

22 repositorio.unal.edu.co <1 %
Fuente de Internet

23 core.ac.uk <1 %
Fuente de Internet

24 www.coursehero.com <1 %
Fuente de Internet

25 sedici.unlp.edu.ar <1 %
Fuente de Internet

26 www.slideshare.net <1 %
Fuente de Internet

27 Submitted to Universidad Nacional Abierta y a
Distancia, UNAD,UNAD <1 %
Trabajo del estudiante

28 bibdigital.epn.edu.ec <1 %
Fuente de Internet

29 revistas.unat.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

30 revistas.ucla.edu.ve <1 %
Fuente de Internet

31 cia.uagraria.edu.ec <1 %
Fuente de Internet

repositorio.usmp.edu.pe

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo