



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD INGENIERÍA

CARRERA AGROINDUSTRIA

**Aprovechamiento de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*) como
fuente proteica en una barra nutritiva.**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniera en Agroindustria.

Autor:

Ayerve Torres, Isabel Cristina

Tutor:

Ing. Víctor Hugo Valverde Orozco, PhD

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Isabel Cristina Ayerve Torres, con cédula de ciudadanía 0603446931, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: Aprovechamiento de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*) como fuente proteica en una barra nutritiva, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 10 días del mes de octubre del 2024



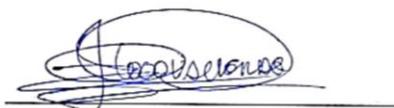
Isabel Cristina Ayerve Torres

C.I: 0603446931

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Isabel Cristina Ayerve Torres catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Aprovechamiento de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*) como fuente proteica en una barra nutritiva, bajo la autoría Isabel Cristina Ayerve Torres; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 10 días del mes de octubre del 2024



MsC. Víctor Hugo Valverde Orozco

C.I: 0604242297

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Aprovechamiento de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*) por Isabel Cristina Ayerve Torres, con cédula de identidad número 0603446931, bajo la tutoría de MgS. Víctor Hugo Valverde Orozco; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba los 10 días del mes de octubre del 2024

Cristian Patiño, Mgs.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Diana Yáñez, PhD.

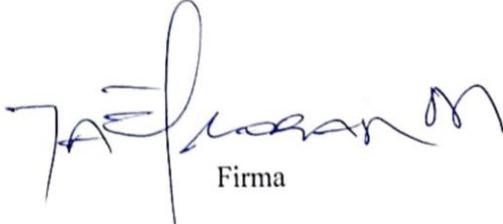
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Antonio Escobar, Mgs.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **AYERVE TORRES ISABEL CRISTINA** con CC: **0603446931**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **APROVECHAMIENTO DE LA TORTA DE SACHA INCHI (PLUKENETIA VOLUBILIS) COMO FUENTE PROTEICA EN UNA BARRA NUTRITIVA.**", y cumple con el 8 % de coincidencias de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 6 de agosto de 2024



MSc. Víctor Hugo Valverde
TUTOR

DEDICATORIA

A mis padres Luis e Isabel mis ángeles en el cielo, Hernán y Rosy mis ángeles en la tierra quienes me han dado su amor incondicional, soporte en toda mi vida; a mis hermanos Liz y Vlady, cuñados y sobrinos quienes me han brindado todo su apoyo y confianza en esta aventura.

A mis hijos, Martín, Isabel y Luciana, quienes son el motor y la fortaleza que me impulsan a seguir luchando en la vida. Y a mi hijo José Andrés, quien brilla como una estrella en el cielo.

A mi esposo Denis, el amor de mi vida, con quien comparto cada paso del camino, quien me brinda su apoyo constante, paciencia y amor incondicional.

A Figarito, mi fiel amigo, quien me acompañó en muchas noches de estudio, este logro también te lo debo a ti.

A mis amigas y amigos, con quienes inicié esta aventura y hemos formado lazos de amistad muy fuertes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por concederme la vida, sabiduría y la fuerza necesaria para alcanzar este sueño.

A mi esposo e hijos, quienes con su amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional he podido finalizar el sueño de obtener mi título.

También, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, hermanos, cuñados, sobrinos y suegros por brindarme su apoyo inquebrantable y palabras de aliento cuando más las necesité.

No puedo pasar por alto la importante contribución de mi tutor, el MSC. Víctor Hugo Valverde, cuya asistencia fue fundamental en el desarrollo de mi investigación.

Al grupo de investigación PROANIN en manos de su directora Dra. Davinia Sánchez, quien facilitó el uso de equipos para realizar esta investigación.

Asimismo, quiero reconocer a la Universidad Nacional de Chimborazo por proporcionarme una educación de excelencia y por permitirme acceder a ella.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Antecedentes	14
1.2. Problema	14
1.4. Objetivos	15
1.4.1. Objetivo General	15
1.4.2. Objetivos Específicos.....	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	16
2.1. Estado del Arte.....	16
2.2. Marco teórico	18
2.2.1. Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis L.</i>)	18
2.2.2. Proceso de obtención del aceite de Sacha Inchi.....	19
2.2.3. Torta de Sacha Inchi.....	19
2.2.4. Composición Química de la Torta de Sacha Inchi.....	20
2.2.5. Proteínas	20
2.2.6. Propiedades Funcionales de la Proteínas	20
2.2.7. Concentrados proteicos	21
2.2.8. Extracción y purificación de proteínas.....	21
2.2.9. Barra Energética.....	22
2.2.10. Valor Nutricional de Barras energéticas	23
2.2.11. Normativa aplicable a barras nutritivas.....	24
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo de investigación.....	25

3.2. Diseño de la Investigación	25
3.3 Técnicas de recolección de Datos	25
3.4 Población de estudio y tamaño de la muestra	28
3.5. Métodos de análisis.....	28
3.6. Procesamiento de datos.....	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. Análisis Físico- químicos de la harina de Torta de Sacha Inchi	30
4.2. Rendimiento de extracción de proteína	31
4.3. Análisis de Aceptabilidad de las barras nutritivas	31
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	36
5.1. Conclusiones:.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características Fisicoquímicas de la Torta de Sacha Inchi	20
Tabla 2 Composición nutricional de una barra energética	23
Tabla 3 Formulaciones de los tratamientos	26
Tabla 4 Materia prima, equipos y reactivos usados en la investigación.....	28
Tabla 5 Métodos de análisis para la caracterización de materia prima y barra nutritiva ...	29
Tabla 6 Resultados del análisis proximal de la materia prima	30
Tabla 7 Resultados análisis sensorial	32
Tabla 8 Análisis Físico -químico de la barra nutritiva	33
Tabla 9 Comparación de datos obtenidos con normas y marcas comerciales.....	34
Tabla 10 Análisis microbiológico de la barra nutritiva	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de elaboración de la barra nutritiva	27
Figura 2 Gráfica de resultados del análisis sensorial.....	32
Figura 3 Materia Prima.....	41
Figura 4 Análisis Físico- químico	41
Figura 5 Extracción de proteína	41
Figura 6 Proteína Liofilizada.....	42
Figura 7 Elaboración de barras.....	42
Figura 8 Análisis sensorial barras.....	42
Figura 9 Análisis microbiológico barras	43
Figura 10 Análisis Físico- químico barras.....	43
Figura 11 Normativa Técnica Ecuatoriana para Granolas	44
Figura 12 Norma General para los productos proteínicos vegetales (Codex Alimentarius)	44

RESUMEN

La industria alimenticia ha llevado a cabo la producción de aceites vegetales para el consumo humano. La semilla de Sacha Inchi, es una oleaginosa la cual posee propiedades nutricionales como un elevado contenido de ácidos grasos esenciales omega 3,6, 9 y fibra dietética los cuales son beneficiosos para la salud. En la producción de aceite se utiliza aproximadamente el 37,9% de la semilla, dejando 62,1% de torta residual. En este sentido, la presente investigación tuvo como finalidad extraer un concentrado proteico de la torta residual de Sacha Inchi y formular una barra nutritiva, con la finalidad de aprovechar y valorar este subproducto generado en la industria alimentaria como una fuente proteica. Para ello; se realizó un análisis proximal (humedad, cenizas, fibra, grasa, proteína y carbohidratos) de la harina de torta de Sacha Inchi, seguido de una extracción alcalina y precipitación ácida para obtener un concentrado proteico liofilizado, el cual se incorporó en tres distintas formulaciones o tratamientos con diferentes porcentajes, luego de esto se realizó una prueba de aceptabilidad de las barras. En cuanto a los resultados obtenidos, el valor del concentrado de proteína liofilizada fue 22,58%; en la caracterización fisicoquímica del tratamiento con mayor aceptación (T1) se obtuvieron los siguientes resultados proteína 13,40%, fibra 23,26%, grasa 2,90%, carbohidratos 53,97%, humedad 5,04%, cenizas 1,40%. Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos del tratamiento 1 cumplen con las normativas INEN 2595 y CXS-174-1989 Codex Alimentarius (Normas Internacionales de los Alimentos), por lo cual el aprovechamiento de la torta de Sacha Inchi constituye una alternativa viable para generar un producto con gran valor nutricional y otros beneficios.

Palabras claves: Sacha Inchi, caracterización, extracción proteica, liofilización, barras nutritivas.

ABSTRACT

The food industry has carried out the production of vegetable oils for human consumption. Sacha Inchi seed is an oilseed which has nutritional properties such as a high content of essential fatty acids omega 3, 6, 9 and dietary fiber which are beneficial to health. Approximately 37.9% of the seed is used in the production of oil, leaving 62.1% residual cake. In this sense, the aim of this research was to extract a protein concentrate from the Sacha Inchi residual cake and formulate a nutritional bar, in order to take advantage of and value this by-product generated in the food industry as a protein source. For this purpose, a proximal analysis (moisture, ash, fiber, fat, protein and carbohydrates) of the Sacha Inchi cake flour was carried out, followed by an alkaline extraction and acid precipitation to obtain a freeze-dried protein concentrate, which was incorporated in three different formulations or treatments with different percentages, after which an acceptability test of the bars was carried out. As for the results obtained, the value of the freeze-dried protein concentrate was 22.58%; in the physicochemical characterization of the most acceptable treatment (T1), the following results were obtained: protein 13.40%, fiber 23.26%, fat 2.90%, carbohydrates 53.97%, moisture 5.04%, ash 1.40%. The physicochemical and microbiological results of treatment 1 comply with INEN 2595 and CXS-174-1989 Codex Alimentarius (International Food Standards), so the use of Sacha Inchi cake is a viable alternative to generate a product with high nutritional value and other benefits.

Key words: Sacha Inchi, characterization, protein extraction, freeze-drying, nutritional bars.



Reviewed by:
Mgs. Edison Salazar Calderón
ENGLISH PROFESSOR
I.D. 0603184698

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Antecedentes

En Ecuador el 17.5% corresponde a infantes menores a 5 años quienes mantienen una dieta diaria principalmente constituida por carbohidratos y grasas, el bajo consumo de proteínas hace que presenten un problema de mal nutrición los niños tienen problemas de crecimiento, obesidad y sobrepeso (Méndez et al., 2024).

En Ecuador el uso de la harina de Sacha Inchi en la industria de productos alimenticios destinados al consumo humano es limitada, este subproducto es utilizado principalmente en la alimentación de distintos tipos de ganado como ovino, porcino, bovino y otras especies menores como aves y peces (Betancourth, 2013).

Durante el proceso de obtención de aceite de Sacha Inchi, se obtiene una torta residual, esta se puede transformar en harina y se puede elaborar productos que sean una alternativa viable para el aprovechamiento de dicho subproducto, ya que aún posee buen valor nutricional como proteína y fibra digerible que puede ser usada en matrices alimentarias (Vásquez et al., 2017).

Según Verduga et al. (2022) el sachá Inchi puede ser utilizado en semillas para la elaboración de barras energéticas destinadas a personas entre 19 y 24 años, con el fin mejorar la alimentación de quienes lo consuma.

1.2. Problema

En el sector agroindustrial, la producción de Sacha Inchi se centra en la obtención y elaboración de aceite vegetal destinado al consumo humano, gracias a sus destacadas propiedades nutricionales, en particular su elevado contenido de ácidos grasos esenciales omega 3, 6 y 9, así como de fibra dietética beneficiosos para la salud (Cai et al., 2012a).

En Ecuador la producción anual de Sacha Inchi es aproximadamente de 284 toneladas siendo las principales provincias de producción Esmeraldas, Manabí, Morona Santiago, Orellana, Napo, Pastaza, Pichincha y Santo domingo (Alarcón et al., 2021) .

Durante el proceso de extracción del aceite vegetal, se utiliza aproximadamente un 37,9 % de la semilla, dejando un 62,1 % de subproducto conocido como torta residual (Hurtado, 2013). Con frecuencia, esta torta residual se descarta o se destina al consumo animal, lo que supone una pérdida del valioso aporte nutricional debido a su contenido de proteína, fibra y aminoácidos esenciales que podría ser aprovechado en la elaboración de productos para la alimentación humana (Betancourth, 2013).

Dentro de las provincias con producciones considerables de Sacha Inchi se encuentra la de Pichincha, en San Miguel de los Bancos uno de sus cantones se localiza la empresa AGRO G2, productora de aceite de Sacha Inchi, el diagnóstico inicial de la empresa muestra que para producir 250 L (litros) de aceite de Sacha Inchi se requieren 1000 kg (kilogramos)

de semillas, y como resultado se generan 250 kg de torta residual, lo que implica una cantidad considerable de residuos (25 %) que se pueden reutilizar.

1.3. Justificación

Del problema previamente expuesto, en esta investigación se propone desarrollar una innovadora propuesta en el sector alimentario, utilizando proteína concentrada de la torta de Sacha Inchi para la formulación de barras nutritivas, con el fin de sustituir las materias primas tradicionales (avena, arroz, quinua, etc.) empleadas en este tipo de productos; esto conllevará a mejorar significativamente la calidad nutricional para los consumidores, ya que la torta de Sacha Inchi contiene entre un 27 y 28 % de proteínas altamente digeribles y ricas en aminoácidos esenciales (Flores & Lock, 2013).

Este estudio se presenta como una alternativa estratégica para el aprovechamiento y la valorización del subproducto generado en el sistema de producción agroindustrial de la empresa AGRO G2.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el uso de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*) como fuente proteica en una barra nutritiva.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Obtener un concentrado de proteína a partir de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*).
- Formular tres barras nutritivas que incluyan el concentrado proteico obtenido.
- Realizar pruebas sensoriales a las formulaciones con el fin de escoger la formulación mejor aceptada.
- Evaluar las características físico- químicas y microbiológicas de la mejor formulación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

2.1. Estado del Arte

Según Vásquez et al. (2017), en la investigación titulada “Desarrollo de galletas empleando harina de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) obtenida de la torta residual” se empleó harina de Sacha Inchi (SI) obtenida de la torta residual; en la extracción de aceite que contiene entre 35 y 60 % de proteína, como ingrediente para hacer galletas de mantequilla con coco. Se realizaron pruebas fisicoquímicas en la torta, la harina y las galletas, y se determinó el punto isoeléctrico (pI) de la proteína de Sacha Inchi. Se desarrollaron cuatro formulaciones de galletas, con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de SI. Se evaluó la calidad sensorial de las galletas por un panel no entrenado, y la galleta con un 50 % de harina de SI obtuvo la mejor aceptación. La investigación presentó a la harina de SI como una alternativa para aumentar el contenido de proteína en productos alimenticios y aprovechar subproductos de la industria de extracción de aceite, contribuyendo a la cadena agroindustrial.

González-Linares et al. (2017) en su trabajo de investigación “Desarrollo de Películas Comestibles a partir de Proteínas Extraídas de la Torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*)”, emplearon soluciones alcalinas con distintos niveles de pH y una precipitación ácida para lograr la máxima extracción de proteínas. Las soluciones, usadas para elaborar las películas y compuestas por proteínas liofilizadas, sorbitol y agua, fueron tratadas térmicamente y luego secadas. Se evaluaron las propiedades físicas de las películas obtenidas, como color, solubilidad en agua, permeabilidad al vapor de agua, espesor y contenido de humedad, para analizar el impacto de las concentraciones de proteínas y sorbitol. Se observó que el rendimiento proteico era óptimo a pH 12. La concentración de proteína y sorbitol tuvo efectos significativos en las propiedades físicas de las películas ($p < 0,05$). Se identificó la combinación adecuada de proteína y sorbitol para obtener películas con baja solubilidad y permeabilidad. Según estos hallazgos, los autores concluyeron que es viable usar proteínas de SI para producir películas biodegradables o comestibles.

Rodríguez (2020) en su investigación “Aislamiento de la proteína de Torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis linneo*)” obtuvo un aislado proteico de SI utilizando una metodología que incluyó una extracción alcalina con precipitación isoeléctrica, en la cual se investigaron variables como temperatura, pH y la relación peso/volumen (p/v). Los resultados de la investigación indicaron que el mejor porcentaje de solubilidad con torta desengrasada en una relación de 1:30 (p/v) fue del 33,6%, mientras que la extracción a 50°C con pH 11 y 6 alcanzó un 86,6%. También se realizó una caracterización fisicoquímica que reveló un contenido de 92% de proteína, 1,8% de ceniza, 0,05% de grasa, 0,4% de fibra cruda y 5,38% de carbohidratos, junto con un análisis de sodio (1,06 ppm) y calcio (4,3 ppm).

Pezo (2018) en su investigación “Obtención y caracterización de un aislado proteico a partir de la torta desengrasada de SI (*Plukenetia Volubilis L.*) estableció condiciones óptimas para la extracción alcalina, precipitación isoeléctrica y propiedades funcionales;

entre las variables estudiadas, las mejores fueron el tiempo de agitación magnética (30 minutos), la relación soluto/solvente (6/60) y el pH (12). Los resultados indicaron un 54,15% de proteína en la torta de sachá Inchi y un 84,04% en el aislado proteico. Las propiedades funcionales del aislado proteico mostraron 84,4% de solubilidad, una capacidad emulsificante de 53,32%, y una capacidad de retención de agua de 4,7 g agua/g de aislado proteico de sachá Inchi. La capacidad de absorción de aceite fue del 267,12%, la formación de espumas alcanzó su punto más bajo en pH 8 (49%), la estabilidad de espuma a pH 8 fue del 30%, y la concentración mínima de gelificación se estableció en 13%.

En la investigación realizada por Silva (2020) titulada “Desarrollo del proceso tecnológico para la elaboración de barras nutritivas a partir de semillas de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) endulzado con miel de panela como una nueva alternativa de snack saludable en el Ecuador”; el autor se enfocó en desarrollar un snack a base de SI y Quinua, además de otros ingredientes. El autor formuló ocho mezclas para evaluar sus propiedades físicas, sensoriales y microbiológicas, encontrando que la combinación óptima incluía proporciones equilibradas de SI, Quinua y miel de panela. El producto final cumplió con las normativas de la normativa técnica ecuatoriana 2570 y mostró un alto contenido de proteínas, fibra y carbohidratos. La vida útil del producto se estableció en 3 años y 3 meses. La investigación aporta a la creación de alternativas nutritivas en la industria alimentaria

Mercado et al. (2015) realizaron una investigación titulada “Obtención de un aislado proteico de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y la evaluación de sus propiedades Tecno- funcionales”; en la cual los autores emplearon el método de extracción alcalina y precipitación isoelectrica. Las variables analizadas en el estudio fueron soluto/solvente, pH, temperatura y tiempo; se logró una solubilización máxima con una relación de 1:30 (p/v), a pH 11, 50°C y 60 minutos. Las proteínas solubles fueron precipitadas en el punto isoelectrico (pH 6), luego se lavaron, ajustaron a pH 7 y se secaron por atomización. En cuanto a las propiedades tecno-funcionales, los autores reportaron los siguientes valores: solubilidad máxima (99,4%) a pH 11 y mínima (18,7%) a pH 6, capacidad de absorción de aceite de 1,39 g de aceite/g de aislado proteico, capacidad de formación de espuma del 55% a 1% de concentración de aislado proteico y pH 8, y estabilidad de espuma del 33,7% a 1% de concentración de AP a pH 8 y 120 minutos. La capacidad de emulsificación fue del 59,1%. Los valores bajos en estas propiedades tecno-funcionales incluyeron capacidad de retención de agua de 1,84 g agua/g de AP y capacidad de gelificación del 15%.

Ramos (2011) en su trabajo de investigación “Elaboración de una barra energética con aporte proteico de quinua (*chenopodium quinoa*) y amaranto (*amaranthus spp*), para un grupo de deportistas de aventura de la ciudad de Riobamba”; el autor propuso desarrollar una barra energética utilizando quinua y amaranto como fuentes de proteína de alto valor biológico, idóneas para deportistas ecuatorianos. El autor elaboró tres formulaciones y recopiló la opinión de deportistas de aventura en Riobamba. Los panelistas no entrenados escogieron la formulación que contenía uvilla, la cual proporcionaba 160 kcal, 4,2 g de proteína, 2,7 g de grasa, 3,1 g de fibra y 29,6 g de carbohidratos, superando los valores de

las barras de cereal disponibles en el mercado local. El autor presenta esta propuesta para fomentar una nutrición adecuada en el ámbito deportivo y aprovechar productos andinos con potencial agroindustrial.

Verduga et al. (2022) en su investigación titulada “Barras energéticas de Sacha Inchi: optimización de la formulación mediante diseño estadístico de mezclas”, los autores presentaron la optimización de una barra energética de Sacha Inchi utilizando un diseño estadístico de mezclas, variando la cantidad de miel de abeja y Sacha Inchi en diferentes composiciones. Los consumidores encuestados eran personas de 19 a 24 años. Los autores evaluaron el aporte calórico de todas las barras y realizaron un análisis de composición en la barra con mayor aceptación, asegurando el mismo valor calórico en nuevas formulaciones. Observaron diferencias significativas en la aceptación entre las barras optimizadas y no optimizadas debido a variaciones en el contenido de SI y miel. Los autores indicaron que la barra optimizada fomenta el consumo de cereales y lípidos autóctonos con alto valor nutricional.

En el trabajo de investigación de Gaspar & Quintana. (2017) titulado “Elaboración de barra energética funcional con harina desengrasada de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)”, los autores desarrollaron una barra energética funcional usando harina desengrasada de SI y jarabe de yacón. La elaboración se dividió en dos fases: la preparación de los ingredientes y la confección de las barras. Utilizaron un diseño factorial para determinar las proporciones adecuadas. La barra óptima contenía un 10% de harina de SI y un 20% de jarabe de yacón, sustituyendo la kiwicha expandida y la glucosa. Evaluaron atributos sensoriales y características finales que incluyeron 11,25% de proteína, bajo contenido de grasa, alto contenido de omega-3, omega-6 y omega-9, además de fructooligosacáridos (FOS) beneficiosos para la salud. Los autores también señalaron que el producto era microbiológicamente seguro para el consumo humano. Finalmente, indicaron que con un 74,79% de carbohidratos, esta barra es una fuente energética y funcional.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

El Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) de la familia *Euphorbiaceae* también se le conoce como cacahuete Sacha, cacahuete de montaña, nuez de Inca o cacahuete de Inca. Su origen está en la selva tropical de la región amazónica de Sudamérica, que abarca áreas de Perú y el noroeste de Brasil. Está siendo cultivada en otras regiones del mundo (como el sudeste asiático) debido a su alto potencial como cultivo económico. (Gutiérrez, Rosada, & Jiménez, 2011), (Chandrasekaran & liu, 2014)

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Rosidae

- Orden: Euphorbiales
- Familia: Euphorbiaceae
- Género: *Plukenetia*
- Ecotipos: *volubilis* Linneo, *huayllabambana* Linneo, *brachybotrya*, *polyandenia* y *loretensis*.

El Sacha Inchi tiene una cápsula fructífera en forma de estrella (3-5 cm). A medida que el fruto madura, su color cambia de verde a marrón oscuro. Las cápsulas del fruto contienen semillas ovaladas comestibles de color marrón oscuro (1,5-2 cm), que generalmente germinan a una temperatura óptima de entre 25 y 30 °C (Cai et al., 2012b).

Asimismo, la planta se ha adaptado a crecer en condiciones de mucha luz a altitudes que varían entre 200 y 1500 m, lo que influye en la fotosíntesis de las hojas, la generación de biomasa y la productividad y calidad de las semillas (Kumar et al., 2016).

La proporción de cada componente varía en diferentes partes de la planta. Las semillas poseen lípidos (35-60%) (con ácidos grasos ω -3, 6 y 9), proteínas (25-30%) (incluidos aminoácidos esenciales como cisteína, tirosina, treonina y triptófano), vitamina E, polifenoles, minerales y otros. Las hojas son ricas en terpenoides, saponinas y compuestos fenólicos (flavonoides) (Yanti et al., 2022).

De esta manera, el aceite de Sacha Inchi es conocido como un ingrediente de origen vegetal utilizado para aplicaciones alimentarias, medicinales y cosméticas.

2.2.2. Proceso de obtención del aceite de Sacha Inchi

Para extraer el aceite se utiliza el prensado como técnica principal, se selecciona manualmente las semillas para verificar su buen estado, pasan al proceso de triturado con molinos de discos, se realiza un tamizado con tamices de 2,4 y 6 mm; el resultado pasará a una prensa hidráulica que oscila entre los 160 y 200 bar de presión por 15 minutos, obteniendo aceite crudo y torta residual; el aceite crudo se deja reposar por 48 horas y se pasará por un proceso de filtrado mediante el uso de una bomba de vacío para conseguir finalmente aceite limpio y puro listo para su comercialización (Inga, 2020).

2.2.3. Torta de Sacha Inchi

La torta de Sacha Inchi se produce al extraer aceite de las semillas, lo que la dota de compuestos fenólicos, ácidos grasos poliinsaturados, tocoferoles y fitoesteroles, además de los esenciales aceites omegas 3 y 6; estos elementos son de vital importancia para complementar la dieta, dado que el organismo no es capaz de sintetizarlos por sí mismo (Zambrano & Barreto, 2016).

La torta residual de sachá Inchi al poseer alto contenido de proteína (59%) y en comparación a la torta de soja (46%), hoy en día es una alternativa para la alimentación, en la industria panificadora, alimentos dietéticos, alimentación de niños, ancianos que necesitan

de proteína en su dieta diaria, así como en la alimentación de animales como aves, porcinos, ovinos, caprinos, cuyes, etc (Betancourth, 2013).

2.2.4. Composición Química de la Torta de Sacha Inchi

Como se puede observar en la tabla 1, el alto contenido de proteínas en la torta de Sacha Inchi confirma el notable potencial de este subproducto agroindustrial para la producción de un concentrado proteico

Tabla 1 Características Fisicoquímicas de la Torta de Sacha Inchi

Componente	Base húmeda (%)	Base seca (%)
Humedad	0,69	0
Proteína Total	58,70	59,13
Grasa Cruda	6,90	6,93
Fibra Cruda	17,20	17,30
Ceniza	8,65	8,72
Carbohidratos	7,90	7,91
TOTAL	100	100

Nota. Tomado de (Betancourth, 2013)

2.2.5. Proteínas

Las proteínas, junto con los carbohidratos y los lípidos, son uno de los principales componentes nutritivos presentes en los alimentos. Constituyen los elementos esenciales del organismo, desempeñando un papel fundamental en el metabolismo. A diferencia de proporcionar energía, su función principal es estructural, ya que contribuyen a la formación, desarrollo y renovación de todos los órganos y sistemas del cuerpo. Además, cumplen diversas funciones en las células de los seres vivos. Las proteínas vegetales son elementos nutritivos que el cuerpo emplea en el proceso de crecimiento y reparación de los tejidos, así como en la síntesis de enzimas y hormonas (Follegatti-Romero et al., 2009).

2.2.6. Propiedades Funcionales de la Proteínas

Las propiedades funcionales de las proteínas corresponden a las características fisicoquímicas que influyen en el comportamiento y las cualidades de los alimentos en los que se hallan o se añaden, contribuyendo así a la calidad final del producto. Estas propiedades se clasifican en diversas categorías como menciona (Chakrabarti et al., 2018) a continuación:

- **Propiedades de hidratación:** Estas propiedades están relacionadas principalmente con la interacción entre las proteínas y el agua. Incluyen la capacidad de absorber y retener agua, así como la solubilidad, dispersabilidad y viscosidad de las proteínas.
- **Propiedades de interacción proteína-proteína:** Estas propiedades se basan en la interacción entre las proteínas mismas. Algunas de ellas son la capacidad de gelificación, coagulación, elasticidad, dureza y adhesividad.

- **Propiedades de superficie:** Estas propiedades se relacionan con la interacción de las proteínas con dos fases inmiscibles, como agua/aceite o agua/aire. Incluyen la capacidad de emulsionar, formar espumas y enlazar lípidos.

2.2.7. Concentrados proteicos

Una alternativa para abordar el déficit global de proteína ha sido utilizar tortas desgrasadas de semillas como colza, soja, altramuz y girasol para obtener concentrados proteicos correspondientes. Para este propósito, se han desarrollado varios métodos, como la precipitación de proteínas en el punto isoeléctrico, la ultrafiltración y la extracción supercrítica, por lo general los concentrados proteicos no poseen sabor, olor y además son poseedores de propiedades funcionales como la absorción de agua y grasa por lo cual el uso en productos alimenticios es ideal (Chel et al., 2003).

Los concentrados proteicos tienen múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, siendo utilizados en la producción de una variedad de productos horneados, bebidas deportivas, embutidos y alimentos para bebés, entre otros. Estas proteínas se emplean como aditivos en suplementos nutricionales para mejorar el perfil de aminoácidos y aumentar el contenido de proteínas. Además, proporcionan beneficios funcionales como la emulsificación, estabilización y aumento de la viscosidad de los alimentos. Asimismo, contribuyen a mejorar la apariencia, el sabor, la textura y la capacidad de absorción de agua o aceite de los productos alimentarios (Balasundaram et al., 2009).

2.2.8. Extracción y purificación de proteínas

Las proteínas presentes en los desechos del procesamiento de frutas y verduras son intracelulares, por lo que es necesario emplear métodos que rompan las membranas celulares para obtener la máxima cantidad de los compuestos de interés (Vega, 2017).

Métodos mecánicos y no mecánicos de extracción de proteínas

Métodos mecánicos

Se utilizan métodos que aplican fricción y fuerzas de corte para deformar la célula hasta su ruptura. Entre los métodos principales se destacan el uso de molinos y equipos de ultrasonido. Sin embargo, es importante señalar que estos métodos pueden ser agresivos para las proteínas de interés debido a la generación de calor durante el proceso (Vega, 2017).

a) Molienda

Se emplea un método que consiste en la reducción del tamaño de partícula mediante el uso de cuchillas, discos, bolas o martillos. Según (Bedolla, 2004), este enfoque ha sido utilizado en investigaciones donde se emplean molinos de bolas para incrementar las fuerzas de corte, lo que resulta en una reducción del tamaño de partícula y un aumento en el rendimiento de extracción a partir del prensado de la muestra obtenida.

b) Equipo Ultrasónico

Se trata de un equipo cuyo principio de funcionamiento se basa en el uso de ondas acústicas con una frecuencia generalmente superior a 20 kHz. Cuando las ondas acústicas atraviesan un medio líquido, la interacción entre el líquido y el gas disuelto genera un

fenómeno de excitación conocido como cavitación acústica. Este fenómeno se caracteriza por la formación de microburbujas en el medio líquido (Vilkhu et al., 2008).

Cuando las microburbujas alcanzan un tamaño crítico, sufren una implosión o colapso violento que las devuelve a su tamaño original, liberando toda la energía acumulada. Esta liberación de energía y el impacto mecánico resultante afectan la estructura celular, lo que provoca la ruptura de la pared celular y permite la liberación de los compuestos intracelulares (Vilkhu et al., 2008).

Métodos no mecánicos

Estos métodos se basan en procesos de separación de componentes e hidrólisis de las paredes celulares, empleando tanto métodos químicos como enzimáticos. En general, estos métodos son menos agresivos en comparación con los mecánicos, lo que facilita la purificación del producto de interés (Vega, 2017).

a) Métodos químicos

Implican el uso de solventes orgánicos, álcalis y detergentes que modifican las propiedades de la pared celular. Estos componentes impactan la estructura de las membranas celulares primarias y secundarias (Gautam et al., 2010).

Los solventes orgánicos afectan los componentes hidrofóbicos de las membranas celulares, haciéndolas permeables. Por otro lado, los tratamientos con álcalis inducen la saponificación de los lípidos presentes en la membrana celular. El uso de solventes orgánicos se aplica cuando el compuesto de interés es resistente al cambio de pH. En cuanto a los detergentes, estos generan micelas al interactuar con los lípidos de las membranas celulares (Aguilar, 2010).

b) Métodos enzimáticos:

El método de extracción enzimática utiliza cocteles enzimáticos que contienen celulasas, pectinasas y alfa-amilasas. Esta técnica se muestra como una alternativa prometedora frente a los métodos tradicionales de extracción. Se basa en la capacidad inherente de las enzimas para catalizar reacciones mediante la degradación o modificación de las paredes celulares. Esto permite una liberación y extracción más eficiente de los compuestos intracelulares, con alta especificidad y selectividad (Puri et al., 2012).

Este procedimiento de extracción enzimática permite el desarrollo de métodos más amigables con el medio ambiente. Al utilizar enzimas, se disminuye la cantidad de solvente requerido y se obtiene un mayor rendimiento de extracción en comparación con los métodos no enzimáticos. Esto implica una menor utilización de solventes y una reducción en los impactos ambientales asociados (Puri et al., 2012).

2.2.9. Barra Energética

En Ecuador, se han registrado cifras alarmantes en relación con enfermedades vinculadas al alto consumo de azúcar, como la diabetes. Como consecuencia, ha habido un aumento notable en el consumo de alimentos con bajo contenido calórico. Sin embargo, los

consumidores enfrentan confusión al seleccionar productos debido a etiquetas como "natural", "light", "dietético", "orgánico", entre otras (Ruiz et al., 2013).

Las barras energéticas son alimentos que se caracterizan por tener un bajo contenido de azúcar, grasa o carbohidratos. Generalmente, se elaboran con ingredientes como granos o cereales ricos en fibra, azúcar o proteína. Estos alimentos son adecuados para incluir en diferentes dietas o para personas con condiciones fisiológicas y metabólicas específicas; además, son considerados suplementos alimenticios y se encuentran comúnmente en supermercados. Son consumidas principalmente por personas que realizan actividades físicas intensas. El objetivo de estos suplementos es proporcionar al cuerpo las calorías necesarias para llevar a cabo actividades que requieren un mayor esfuerzo físico. Las barras energéticas suelen ser una fuente de energía alimentaria, principalmente a través de carbohidratos complejos. Algunas barras también incluyen proteínas, así como una variedad de vitaminas y minerales (Ruiz et al., 2013).

Las barras energéticas suelen estar compuestas principalmente por cereales tostados, frutos secos o deshidratados, y pueden incluir jaleas, miel u otros productos similares para unir la mezcla y darle forma a la barra. Entre los frutos secos más utilizados en la elaboración de barras de cereales se encuentran las semillas ricas en grasas, como almendras, nueces, maní, entre otros. Estos ingredientes no solo proporcionan sabor y textura a las barras, sino que también aportan nutrientes y energía gracias a su contenido de grasas saludables y proteínas (Ruiz et al., 2013).

2.2.10. Valor Nutricional de Barras energéticas

Si bien las barras energéticas no pueden reemplazar completamente una comida balanceada, su consumo puede proporcionar energía al cuerpo, (Arruti et al., 2015) , menciona que “el aporte calórico de las barras varía según su composición, siendo los carbohidratos el principal componente, junto con proteínas y otros nutrientes”. A continuación, se muestra un ejemplo de la composición aproximada de una barra de cereal comercial en la tabla 2:

Tabla 2 Composición nutricional de una barra energética

Componentes	Resultado (%)
Valor calórico	2.53
Carbohidratos	7
Proteínas	2
Lípidos	1
Fibra	8
Sodio	4

Tomado de (Arruti et al., 2015)

Dependiendo del mercado al que se dirijan, las barras energéticas pueden tener diferentes contenidos calóricos. En la actualidad, en Ecuador se producen diversas barras comerciales con una variedad de cereales, frutas y aglutinantes en su composición. Algunas

de estas barras están destinadas a la exportación, mientras que otras son para consumo local (Arruti et al., 2015).

El valor nutricional de los alimentos es de gran importancia, ya que permite a las personas tener conocimiento sobre lo que consumen. En Ecuador, el artículo 13 de la Constitución establece que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y constante a alimentos saludables, suficientes y nutritivos, preferiblemente producidos a nivel local y en línea con sus diversas identidades y tradiciones culturales. Este enfoque hacia la alimentación nutritiva y local es fundamental para promover una alimentación saludable y satisfacer las necesidades de la población ecuatoriana (Arruti et al., 2015).

2.2.11. Normativa aplicable a barras nutritivas.

Al no existir una normativa en el territorio ecuatoriano aplicables de manera específica a barras nutritivas, esta investigación consideró la normativa NTE INEN 2595: Granolas. Requisitos del Instituto Ecuatoriano de Normalización donde se tomó los requisitos físicos químicos y microbiológicos para ser aplicados en las barras nutritivas; de igual manera, se basó en la Norma General Para los productos proteínicos vegetales CXS174-1989 del Codex Alimentarius (Normas Internacionales de los Alimentos).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que los parámetros físicos-químicos de la materia prima y la barra nutritiva, fueron analizados mediante métodos sugeridos por las normativas INEN. De igual manera se empleó un enfoque cualitativo, ya que, se realizó pruebas de aceptabilidad con los estudiantes de la carrera de agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo.

3.2. Diseño de la Investigación

Para la investigación se aplicó, un diseño experimental completamente al azar para comprobar la efectividad de diferentes cantidades de proteína aislada de la torta de Sacha Inchi, en la elaboración de barras nutritivas, ya que se analizaron las variables y atributos que la barra nutritiva elaborada con proteína aislada de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) ofrece; a continuación, se establecen las variables de la investigación:

3.3 Técnicas de recolección de Datos

Lugar de investigación

El estudio sobre la elaboración de una barra nutritiva con proteína concentrada de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) se realizó en los laboratorios de control de calidad y procesos agroindustriales de la carrera de agroindustria, localizados en la matriz de la Universidad Nacional de Chimborazo, Vía Guano.

Materia Prima y proceso de obtención de proteína a partir de la torta de Sacha Inchi

Para la investigación la empresa AGRO G2 ubicada en San Miguel de los Bancos de la provincia de Pichincha, proporcionó 10 kg de torta residual molida y seca de Sacha Inchi, para análisis y elaboración del producto. El muestreo de esta torta fue realizado in situ en las instalaciones de la empresa, para esto se empleó el método de cuarteo.

Extracción de proteína a partir de la torta de Sacha Inchi

Se preparó la harina de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), para obtener concentrados proteicos mediante el método de extracción alcalina y precipitación ácida utilizado en la investigación de (González et al., 2017). La harina se combinó con agua destilada en un vaso de precipitado utilizando un agitador magnético. La proporción de torta a agua fue de 1:10. Luego, se ajustó el pH de la mezcla a un valor de 12, usando una solución de NaOH 2 N, y se permitió que se solubilizara durante 60 minutos con agitación manual constante. Después de este tiempo, se centrifugó la mezcla a 4000 rpm durante 8 minutos. El sobrenadante se llevó al punto isoeléctrico de las proteínas, pH 4,5, mediante el uso de una solución de HCl 2 N. Posteriormente, la mezcla se transfirió a tubos y se centrifugó nuevamente a 4000 rpm durante 8 minutos. El precipitado resultante se suspendió en agua destilada y se ajustó el pH a 9. Finalmente, la suspensión se congeló y se liofilizó.

Formulaciones para la elaboración de la barra nutritiva con concentrado de proteína de la torta de Sacha Inchi

Para la elaboración de los tratamientos, se tomó valores referenciales del estudio propuesto por (Vargas, 2022) con una relación de las cantidades utilizadas por el autor, lo que constituyó el tratamiento control, a partir de esta formulación se realizaron remplazos parciales de la fuente proteica principal (avena) con el concentrado de Sacha Inchi en los demás tratamientos para barras de 30 gr como se observa en la tabla 3.

Tabla 3 Formulaciones de los tratamientos

Ingredientes	Tratamiento 0	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Concentrado S. I. (%)	-	10	26,67	33,33
Avena (%)	48,63	38,63	21,97	15,30
Amaranto (%)	16,67	16,67	16,67	16,67
Ajonjolí (%)	4,17	4,17	4,17	4,17
Pasas (%)	9,67	9,67	9,67	9,67
Aglutinante (%)	20,86	20,86	20,86	20,86
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

Nota. S. I = Sacha Inchi

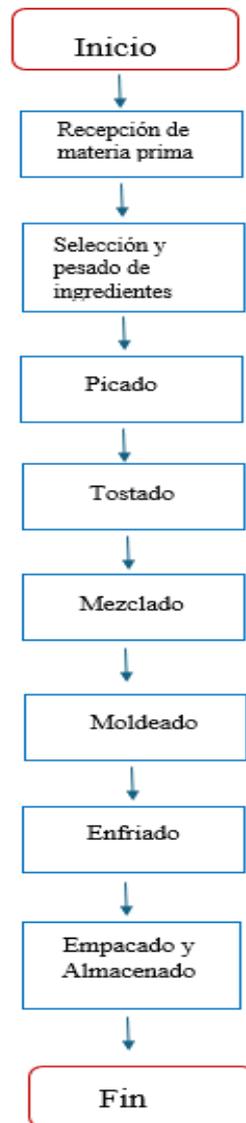
Técnica para la elaboración de barra nutritiva de Sacha Inchi

Para la formulación de la barra nutritiva, será esencial considerar las calorías necesarias para el cuerpo humano, basadas en una dieta estándar. Por esta razón, se tomaron como referencia las barras proteicas comerciales para tener un criterio respecto a su composición.

Se muestra a continuación el proceso de la elaboración de las barras nutritivas adaptado de la investigación de (Ramos, 2011).

Figura 1

Diagrama de elaboración de la barra nutritiva



Procedimiento:

- **Recepción de materia prima:** Se receptaron los ingredientes (Aislado S. I., avena, Amaranto, Ajonjolí, Pasas, aglutinante y se inspeccionaron de manera visual para constatar que no existan materias extrañas que puedan contaminar el proceso.
- **Selección y pesado:** Se utilizaron únicamente los ingredientes que se encontraban en óptimas condiciones, es decir a partir de materias primas sanas, limpias e inocuas.
- **Picado:** Se picaron las pasas en con el objetivo de disminuir el tamaño de partícula hasta el deseado (menor a 5 cm de diámetro).
- **Tostado:** El tostado de los cereales se llevó a cabo a una temperatura de 75 ° C por un lapso de 5 minutos.
- **Mezclado:** Los ingredientes fueron mezclados en las porciones establecidas en la tabla 3 en un recipiente de acero inoxidable con el uso de una espátula hasta obtener una masa compacta.

- **Moldeado:** La masa obtenida de la mezcla se colocó en moldes para formar una lámina uniforme.
- **Enfriado:** Se dejó reposar la masa por 30 minutos hasta alcanzar una temperatura de 8 °C en un refrigerador para obtener un producto compacto.
- **Empacado y almacenado de las barras proteicas de Sacha Inchi:** Los productos fueron conservados en fundas PBD (polietileno de Baja Densidad) para empaque al vacío, todas las fundas fueron esterilizadas para el empaque previo almacenaje, las fundas fueron selladas y almacenadas a una temperatura de 15°C.

3.4 Población de estudio y tamaño de la muestra

Para el análisis sensorial del producto obtenido se consideró un grupo de 30 estudiantes de la carrera de agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo.

3.5. Métodos de análisis

La tabla 4 y 5 muestran los equipos, materiales, reactivos y métodos de análisis que fueron utilizados durante la investigación.

El análisis sensorial de los diversos productos generados en los tratamientos fue codificado de manera aleatoria, se preparó una muestra uniforme para cada evaluador, se definieron los parámetros a evaluar (apariencia, sabor y textura); donde los evaluadores emitirán una calificación entre 1 (el más bajo) y 5 (el más alto).

Tabla 4 Materia prima, equipos y reactivos usados en la investigación

Nombre	Equipos	Reactivos			Materia Prima
		Marca	Nombre	Concentración	Nombre
Liofilizador		IIShinBioBase	Hidróxido de Sodio	2N	Torta de Sacha Inchi
Unidad de digestión y destilación Kjeldahl	Velp Científica		Ácido clorhídrico	2N	Concentrado de Sacha Inchi
Equipo de Soxhlet	Thermo Scientific		Ácido sulfúrico	99%	Avena
Equipo de Fibra	Novatech		Éter de petróleo	98%	Aglutinante
pH metro	Sension3		Patillas Kjeldahl		Amaranto
Centrifugadora	MC Sterilizer				Ajonjolí

Tabla 5 Métodos de análisis para la caracterización de materia prima y barra nutritiva

Variable	Descripción	Método de ensayo
Fibra cruda	Componente de origen vegetal que forma parte de una dieta y es importante para mantener una buena salud.	NTE INEN 1522
Proteína	Moléculas complejas y versátiles que desempeñan un papel fundamental en el cuerpo humano.	NTE INEN 519
Humedad	Es la cantidad de agua presente en una sustancia o ambiente.	NTE INEN 1 462
Cenizas	Residuos inorgánicos que quedan después de la combustión completa de una muestra a altas temperaturas.	NTE INEN 520
Grasa	Cantidad de lípidos presentes en una muestra.	NTE INEN 523:81
<i>Mesófilos aerobios</i>	Microorganismos que crecen en temperaturas moderadas y pueden tener un impacto en la calidad y vida útil de los alimentos.	NTE INEN 1 529-5
<i>Coliformes</i>	Son bacterias que indica la calidad sanitaria y posible contaminación fecal en los alimentos.	NTE INEN 1 529-7
<i>Salmonella sp</i>	Es una bacteria gramnegativa, es una de las principales causas de enfermedades transmitidas por alimentos.	NTE INEN 1 529-15
<i>Mohos</i>	Es un tipo de hongo que puede afectar negativamente la calidad y la seguridad de los alimentos.	NTE INEN 1 529-10

3.6. Procesamiento de datos

Software estadístico

Los datos obtenidos en la parte experimental fueron evaluados mediante el software estadístico IBM SPSS Statistics 21.

Se aplicó un análisis exploratorio de datos obtenidos de la materia para confirmar la confiabilidad del método empleado y los resultados.

De igual manera se aplicó un análisis ANOVA ($p < 0,05$) de los datos obtenidos en el análisis proximal de las barras nutritivas, para conocer si existieron diferencias significativas entre los valores de las variables analizadas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis Físico- químicos de la harina de Torta de Sacha Inchi

La materia prima fue sometida a un análisis físico- químico, en la tabla 6 se muestran los resultados de las variables analizadas.

Tabla 6 Resultados del análisis proximal de la materia prima

Variable	Media a	Chumpitaz y otros	Gonzáles y otros
Humedad %	6,14 ± 0,05	5,03	-
Cenizas %	5,34 ± 0,04	5,96	5,49
Grasa %	5,13 ± 0,20	6,82	6,18
Proteína %	64,11 ± 0,21	55,54	60,43
Fibra %	8,12 ± 0,03	4,01	17,5
Carbohidratos %	11,16 ± 0,42	25,54	11,25

Nota. ^a = valores mostrados como el promedio ± desviación Estándar

Al no existir una normativa específica en el territorio ecuatoriano para barras nutritivas se realizó una comparación de los datos obtenidos anteriormente con los estudios realizados por (Chumpitaz et al., 2020) y (González et al., 2017), los cuales se muestran en la tabla 6.

En este caso se inicia con el contenido de humedad, (Chumpitaz et al., 2020) obtiene un resultado de (5,03%) siendo menor al obtenido en esta investigación, lo cual representa el contenido de agua presente en la muestra; según (Allo & Quille, 2024) un porcentaje superior a 10% causa un deterioro por microorganismos y disminuyendo su calidad.

El contenido de ceniza en la harina de torta de Sacha Inchi es un indicador del contenido de minerales que contiene la muestra, en la barra analizada en esta investigación se obtuvo 5,34 ± 0,04 % siendo cercano al valor obtenido en la investigación de (González et al., 2017) y con una ligera disminución en relación al valor obtenido en la investigación de (Chumpitaz et al., 2020); lo que podría explicarse por las características edafológicas del cultivo como el suelo y el clima; a pesar de ser una especie que se adapta fácilmente a diferentes tipos de suelos, se debe elegir el clima y suelo que posibiliten su desarrollo.

Referente al contenido de grasa se obtuvo un valor de 5,13 ± 0,20%, este valor se asemeja a los valores reportados por otros autores (tabla 6) autores, esto podría explicarse que al realizar una extracción manual en frío conlleva a que gran parte de la composición lipídica quede en la torta (Allo & Quille, 2024).

Por otro lado, se puede observar el contenido proteico presenta un valor de 64,11 ± 0,21%, siendo el mayor porcentaje en comparación con los otros autores, siendo el componente de mayor interés para el aprovechamiento de este subproducto; estos valores se

pueden atribuir al grado de madurez de la semilla, condiciones de crecimiento, fertilización del suelo y extracción del aceite (Allo & Quille, 2024).

El contenido de fibra presenta un valor de $8,12 \pm 0,03$, siendo el segundo valor más alto en comparación a los otros autores; (Gobierno de México, 2016) menciona el beneficio de incluir la fibra en la dieta diaria tanto en niños como en adultos, para disminuir la aparición temprana de enfermedades como obesidad, diabetes, entre otros.

El contenido de carbohidratos en esta investigación presenta un valor de $11,16 \pm 0,42$ %, este valor se asemeja al valor reportado por (González et al., 2017), pero mucho menor al reportado por (Chumpitaz et al., 2020), la diferencia de estos valores se puede atribuir al proceso de obtención de la harina de Sacha Inchi ya que los autores (Chumpitaz et al., 2020), realizan un proceso de extrusión antes de ser molida, y al ser sometida la materia prima a este proceso puede aumentar el contenido de carbohidratos digeribles debido a que los almidones presentes en la harina pueden gelatinizarse por el calor y la presión utilizada dicho proceso.

4.2. Rendimiento de extracción de proteína

El rendimiento de extracción de proteína fue 22,58% en la harina de torta de Sacha Inchi, lo que muestra que por cada 100g de materia prima se obtuvieron 22,58g de proteína; esto quiere decir que para la empresa AGRO G2 al producir 250kg de torta residual en el proceso de extracción de aceite se podrían obtener 56,45kg de *proteína liofilizada*, lo que representaría un aprovechamiento del residuo agroindustrial generado por la empresa. Los datos de extracción reportados por (Rodríguez, 2020), son similares ya que obtuvo el 29,8%; existiendo una diferencia mínima lo cual podemos decir que el método empleado es mejor para la extracción de proteína. Por otro lado (Pezo, 2018), reporta 54,15% de extracción de proteína en su estudio, en comparación a esta investigación existe una gran diferencia en el porcentaje obtenido y esto se debería a las diferentes condiciones a las que fueron sometidas las materias primas, como la relación de soluto/solvente, el tiempo de agitación y temperatura, por lo que se sugiere tomar en cuenta estas condiciones para investigaciones futuras para maximizar los rendimientos de extracción de proteína. Por otra parte, un estudio de (Mercado et al., 2015) reportó datos de obtención de un extracto proteico del $92,15\% \pm 0,04$ siendo un valor muy diferente al obtenida en esta investigación, esto se explica por el uso de variables distintas como uso de torta de sachá Inchi desengrasada, solubilidad 1:30 (p/v), pH 11, temperatura 50°C, tiempo de 60 min y punto isoeléctrico a pH 6. Además, los autores reportan la obtención final de un extracto húmedo de proteína, lo que puede explicar el elevado rendimiento reportado.

4.3. Análisis de Aceptabilidad de las barras nutritivas

Una vez que se elaboraron las barras nutritivas, se realizó un análisis sensorial de las mismas con los estudiantes de la carrera de agroindustria, la encuesta se adaptó de la investigación de (Yañez, 2013) los resultados obtenidos se muestran a continuación en la tabla 7:

Tabla 7 Resultados análisis sensorial

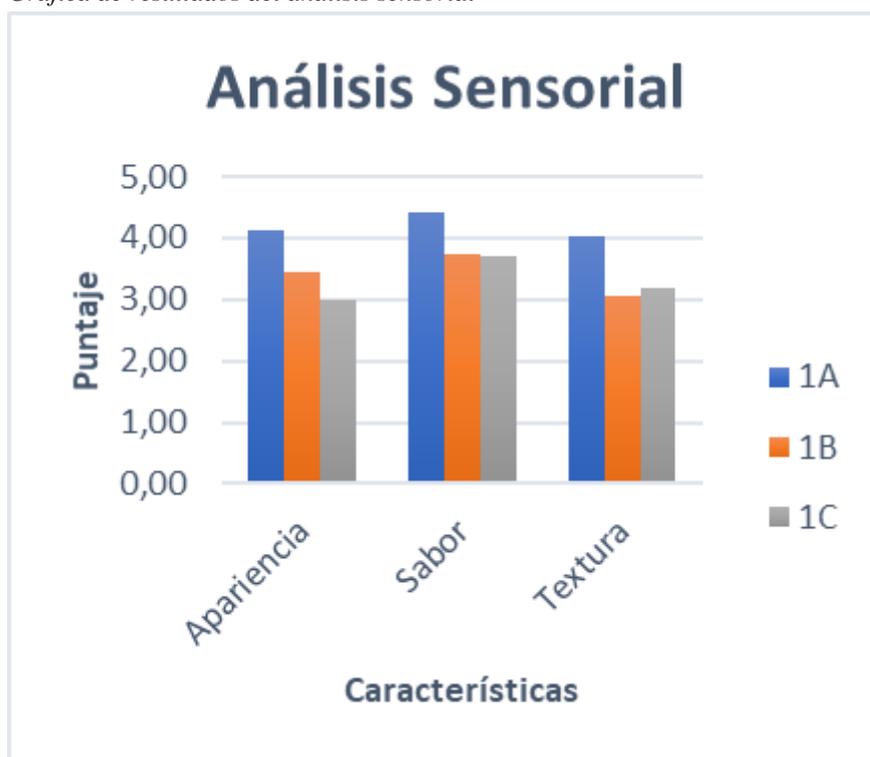
Análisis Sensorial			
Tratamiento	Apariencia	Sabor	Textura
1A (T1)	4,13	4,40	4,03
Tratamiento	Apariencia	Sabor	Textura
1B (T2)	3,43	3,73	3,07
1C (T3)	3,00	3,70	3,20

Los resultados de la tabla 7 muestran que el tratamiento 1A (T1) fue el preferido entre los 30 panelistas no entrenados en términos de apariencia, sabor y textura de la barra nutritiva; obteniendo la puntuación más alta en los tres parámetros evaluados. Los tratamientos 1B y C1 mostraron puntuaciones consistentes en apariencia y textura, con una ligera variación en la percepción al sabor.

En la gráfica 2 se muestra la barra seleccionada como el mejor tratamiento según la población encuestada:

Figura 2

Gráfica de resultados del análisis sensorial



4.4. Análisis Físico – químico y microbiológico de la barra nutritiva

El análisis físico – químico de las barras se realizó mediante un análisis proximal, los datos obtenidos se muestran en la tabla 8, donde se aprecia una diferencia significativa en los valores obtenidos de las variables humedad y fibra, por lo contrario, no existen diferencias significativas en las demás variables determinadas.

Tabla 8 Análisis Físico -químico de la barra nutritiva

Variable	Media ± D. E	F	P-Valor
Humedad	5,04 ±0,07	6,035	0,037
Cenizas	1,40 ±0,045	0,033	0,968
Grasa	2,90 ±0,024	0,992	0,425
Fibra	23,26 ±0,14	29,465	0,001
Proteína	13,40 ±0,17	0,959	0,435
Carbohidratos	53,97 ±0,24	1,413	0,314

Nota. D.E = desviación Estándar

Como se aprecia en la tabla 9, se realizó una comparación de algunos valores analizados en la barra en esta investigación con normativas y barras nutritivas de marcas comerciales expendidas en los principales supermercados de la ciudad, donde se puede observar variaciones en los porcentajes de fibra en la barra elaborada en esta investigación, se observa que la barra muestra valores mayores a los establecidos por el Codex alimentarius CXS-174-1989, esto se debería a que en la barra elaborada existe tres fuente importantes de fibra como es la avena, amaranto y ajonjolí, cabe mencionar que el comité de expertos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomiendan una ingesta de 25 gramos de fibra dietética diaria (Gobierno de México, 2016); por otro lado el porcentaje de proteína de la barra elaborada en esta investigación es menor a el valor establecido pero el Codex alimentarius CXS-174-1989, necesario destacar que esta normativa se aplica para productos a base de proteína, no específicamente para barras nutritivas, además se observa que el porcentaje de proteína es muy superior en comparación a las marcas comerciales e incluso en comparación con productos entregados por el gobierno como snacks estudiantiles en campañas contra la desnutrición infantil.

Tabla 9 Comparación de datos obtenidos con normas y marcas comerciales

Variables	Barra # 1	Normativas		Marcas Comerciales						
		CXS-174-1989 ^a	NTE INEN 2595:2011	A (25g)	B (25g)	C (42g)	D (46g)	E (65g)	F (25g)	G (25g)
Humedad%	5,04	-	<10	-	-	-	-	-	-	-
Cenizas%	1,40	<10	-	-	-	-	-	-	-	-
Grasa%	2,90		-	8	2	8	22	23	4	4
Fibra%	23,26	<10	-	-	8	5	-	18	4	4
Proteína%	13,40	<40	-	2	4	2	26	20	4	4
Carbohidratos%	53,97	-	-	6	6	5	4	4	6	6

Nota: CXS-174-1989^a: Codex Alimentarius para productos a base de proteína, NTE INEN 2595:2011: Norma Técnica Ecuatoriana para granolas, A: CERA PIC, B: QUINDE, C: NATURE VALLEY, D: KANDÚ, E: WIPALA, F Y G: GOBIERNO NACIONAL.

Tomado de: (NTE INEN 2595: Granolas. Requisitos: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN): Free Download, Borrow, (NORMA GENERAL PARA LOS PRODUCTOS PROTEÍNICOS VEGETALES (PPV), n.d.) PRODUCTOS PROTEÍNICOS VEGETALES (PPV), n.d.), marcas comerciales de supermercados.

La tabla 10 muestra los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos aplicados en la barra nutritiva realizados el día de la elaboración, considerando los métodos de análisis y límites máximos permisibles establecidos en la normativa NTE INEN 2595:2011.

Tabla 10 Análisis microbiológico de la barra nutritiva

Requisito	Unidad	Media	Límite máximo permisible
Aerobios Mesófilos	UFC/g	10	10^4
Mohos y Levaduras	UFC/g	2	10^2
Coliformes	UFC/g	Ausencia	10
Salmonella sp.	UFC/g	Ausencia	Ausencia

Adaptado de: (NTE INEN 2595: Granolas. Requisitos: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN): Free Download, Borrow, and Streaming: Internet Archive, n.d.)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

- Se obtuvo con éxito proteína concentrada liofilizada de la torta de Sacha Inchi con un rendimiento del 22,58%.
- Se desarrollaron tres formulaciones de barras nutritivas que incorporan la proteína concentrada de la torta de Sacha Inchi como uno de sus ingredientes principales.
- Las pruebas de aceptabilidad realizadas proporcionaron información valiosa sobre la percepción del consumidor respecto al sabor, textura y aspecto de las barras, lo que permitió determinar que la formulación T1 fue la que obtuvo mayor aceptación.
- Se realizaron análisis físico- químicos y microbiológicos a las barras nutritivas de la formulación con mayor aceptación, donde se determinaron: el contenido de grasa, cenizas, humedad, fibra, proteína y carbohidratos; se verificó el cumplimiento de la normativa ecuatoriana e internacional, además se realizó una comparación con marcas comerciales.
- Los resultados mostraron que el contenido nutricional de este tipo de productos encontrados en el mercado, varía en un amplio rango de valores, además, actualmente no existe una normativa nacional que determine las características que una barra nutritiva debe poseer.
 - Esta investigación constituye una alternativa viable para el aprovechamiento de subproductos generados en sistemas productivos agroindustriales, generando productos con un alto valor nutritivo que pueden destinarse al consumo humano y que pueden contribuir a la seguridad alimentaria de la región y el país.

5.2. Recomendaciones:

- Se recomienda utilizar otros métodos para la extracción de proteína para maximizar los rendimientos, donde se varíe la solubilidad (v/p), el pH, la temperatura y el tiempo.
- Se recomienda probar el uso directo de la torta de sachá Inchi, y evaluar su grado de influencia en las características organolépticas en la barra nutritiva.
- Se recomienda incursionar en estas líneas de investigación, donde se considere el uso de residuos agroindustriales como materias primas en la elaboración de nuevos productos que contribuyan a garantizar la seguridad alimentaria, el cierre de ciclos productivos, la economía circular y la sostenibilidad en el país.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, N. (2010). Modelo Cinético De La Hidrólisis Del Residuo De Cosecha Cañero. *Scielo*, 5–18. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0124-81702010000200001&lng=es&nrm=is
- Alarcón, J., Helguero, K., & Solorzano, S. (2021). Aceite de Sacha inchi: potenciador de exportaciones no tradicionales en el Ecuador. *RECIAMUC*, 5(1), 491–510. [https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/5.\(1\).ENE.2021.491-510](https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/5.(1).ENE.2021.491-510)
- Allo, D., & Quille, M. (2024). *APROVECHAMIENTO DE LA SEMILLA DE SACHA INCHI (Plukenetia volubilis) EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITE Y OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DE LA TORTA RESIDUAL*. [https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6733/1/Proyecto_de_Investigaci%
%b3n_Allo_Quille_2024.pdf](https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6733/1/Proyecto_de_Investigaci%c3%b3n_Allo_Quille_2024.pdf)
- Arruti, I., Fernández, M. B., & Martínez, R. (2015). DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA BARRA ENERGÉTICA PARA DEPORTISTAS DE TRIATLÓN. *Enfermería: Cuidados Humanizados*, 4(1), 27–31. <https://doi.org/10.22235/ECH.V4I1.528>
- Balasundaram, B., Harrison, S., & Bracewell, D. G. (2009). Advances in product release strategies and impact on bioprocess design. *Trends in Biotechnology*, 27(8), 477–485. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2009.04.004>
- Bedolla, B. (2004). *Introducción a la tecnología de alimentos: Vol. 2da Edición*. Limusa. <http://biblioteca.ueb.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=13090>
- Betancourth, F. (2013). *Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (Plukenetia volubilis Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite* [Universidad de Manizales]. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/970>
- Cai, Z. Q., Jiao, D. Y., Tang, S. X., Dao, X. S., Lei, Y. B., & Cai, C. T. (2012a). Leaf Photosynthesis, Growth, and Seed Chemicals of Sacha Inchi Plants Cultivated Along an Altitude Gradient. *Crop Science*, 52(4), 1859–1867. <https://doi.org/10.2135/CROPSCI2011.10.0571>
- Chakrabarti, S., Guha, S., & Majumder, K. (2018). Food-Derived Bioactive Peptides in Human Health: Challenges and Opportunities. *Nutrients* 2018, Vol. 10, Page 1738, 10(11), 1738. <https://doi.org/10.3390/NU10111738>
- Chel, L., Corzo, L., & Betancur, D. (2003). Estructura y propiedades funcionales de proteínas de leguminosas. *Revista de La Universidad Autónoma de Yucatán*, 34–43. <https://www.revistauniversitaria.uady.mx/pdf/227/ru2275.pdf>
- Chumpitaz, G., Garcia, W., Masgo, C., Alvarez-Yanamango, E., Del pino, A. M., & Paredes, J. C. (2020). Aprovechamiento de subproductos de la extracción de aceite de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y Castaña (*Bertholletia excelsa*) en la formulación de una bebida nutricional instantánea. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.195>
- Flores, D., & Lock, O. (2013). Revalorizando el uso milenario del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L) para la nutrición, la salud y la cosmética. *Rev. Fitoter*, 23–30.

- Follegatti-Romero, L. A., Piantino, C. R., Grimaldi, R., & Cabral, F. A. (2009). Supercritical CO₂ extraction of omega-3 rich oil from Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. *The Journal of Supercritical Fluids*, 49(3), 323–329. <https://doi.org/10.1016/J.SUPFLU.2009.03.010>
- Gaspar, P., & Quintana, A. (2017). *Elaboración de barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi (Plukenetia volubilis) y jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius)* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1013/1/T026_43675135_T.pdf
- Gautam, S., Mishra, S., Dash, V., Goyal, A., & Rath, G. (2010). *Comparative study of extraction, purification and estimation of bromelain from stem and fruit of pineapple plant*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/235990131_Comparative_study_of_extraction_purification_and_estimation_of_bromelain_from_stem_and_fruit_of_pineapple_plant
- Gobierno de México. (2016, July 9). *¿Cuánta fibra dietética se debe consumir?* <https://www.gob.mx/salud/articulos/cuanta-fibra-dietetica-se-debe-consumir>
- González, J., Medina, M., Garay, R., & Mendieta, O. (2017). Desarrollo de películas comestibles a partir de proteínas extraídas de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Información Tecnológica*, 28(5), 115–130. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000500013>
- González-Linares, J. I., Medina-Vivanco, M. L., Garay-Montes, R., & Mendieta-Taboada, O. W. (2017). Desarrollo de Películas Comestibles a partir de Proteínas Extraídas de la Torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Información Tecnológica*, 28(5), 115–130. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000500013>
- Inga, D. (2020). *USO DEL ACEITE DE SACHA INCHI (Plukenetia volubilis) EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE*. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1208/TB-Inga%20D.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Kumar, B., Smita, K., Cumbal, L., & Debut, A. (2016). One pot synthesis and characterization of gold nanocatalyst using Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) oil: Green approach. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 158, 55–60. <https://doi.org/10.1016/J.JPHOTOBIO.2016.02.023>
- Méndez, E., Rodríguez, E., Anaya, J., Perugachi, I., & Lechón, A. (2024). *Vista de Ingesta dietética y estado nutricional en niños de 1 a 5 años de la comunidad indígena de Angochagua, Ecuador*. <https://www.acvenisproh.com/revistas/index.php/masvita/article/view/610/1468>
- Mercado, J., Elias P., C., & Pascual C., G. J. (2015). Obtención de un aislado proteico de Torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y evaluación de sus propiedades Tecnofuncionales. *Anales Científicos, ISSN-e 2519-7398, Vol. 76, N.º. 1, 2015 (Ejemplar Dedicado a: Enero a Junio), Págs. 160-167, 76(1), 160–167*. <https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.777>
- NORMA GENERAL PARA LOS PRODUCTOS PROTEÍNICOS VEGETALES (PPV)*. (n.d.).

- NTE INEN 2595: *Granolas. Requisitos* : Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive. (n.d.). Retrieved March 18, 2024, from <https://archive.org/details/ec.nte.2595.2011>
- Pezo, C. M. (2018). Obtención y caracterización de un aislado proteico a partir de la torta desengrasada de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Repositorio - UNSM*. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3452>
- Puri, M., Sharma, D., & Barrow, C. J. (2012). Enzyme-assisted extraction of bioactives from plants. *Trends in Biotechnology*, 30(1), 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2011.06.014>
- Ramos, F. (2011). *Elaboración de una barra energética con aporte proteico de quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus spp*), para un grupo de deportistas de aventura de la ciudad de Riobamba* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/383/1/UNACH-EC-IAGRO-2011-0004.pdf>
- Rodríguez, L. (2020). *Aislamiento de la proteína a partir de la torta de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)* [Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/23229/2020laurarodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ruiz, C., Díaz, C., Anaya, J., Rojas, R., & Cayetano Heredia ALINAP SAC, P. (2013). Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 79(1), 29–36. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Silva, V. (2020). *Desarrollo del proceso tecnológico para la elaboración de barras nutritivas a partir de semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) endulzado con miel de panela como una nueva alternativa de snack saludable en el Ecuador* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/31412>
- Vargas, K. (2022). *Diseño de un proceso industrial para la elaboración de una barra proteica con soya (*Glycine Max*) germinada y semillas de zapallo (*Cucurbit Max*)* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17689>
- Vásquez, C., Jaramillo, J., Hincapié, G., & Vélez, L. (2017). Desarrollo de galletas empleando harina de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) obtenida de la torta residual. *UGCiencia*, 23, 101–113. <https://doi.org/10.18634/UGCJ.23V.0I.781>
- Vega, K. (2017). *Extracción de bromelina obtenida a partir de residuos del procesamiento de piña (*Ananas Comosus*)*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18867/1/CD-8258.pdf>
- Verduga, K., Santamaría, J. L., Gordillo, G., & Montero, C. (2022). Barras energéticas de sacha inchi: optimización de la formulación mediante diseño estadístico de mezclas. *Enfoque UTE*, 13(1), 58–72. <https://doi.org/10.29019/ENFOQUEUTE.783>
- Vilkhu, K., Mawson, R., Simons, L., & Bates, D. (2008). Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry — A review. *Innovative Food*

- Science & Emerging Technologies*, 9(2), 161–169.
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.04.014>
- Yañez, G. (2013). *Código Alimentario Argentino*. (Disponible: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_XI.pdf verificado: 02 de febrero 2019). Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/journal/864/86472710007/html/>
- Yanti, S., Agrawal, D. C., Saputri, D. S., Lin, H. Y., & Chien, W. J. (2022). Nutritional Comparison of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) Residue with Edible Seeds and Nuts in Taiwan: A Chromatographic and Spectroscopic Study. *International Journal of Food Science*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9825551>
- Zambrano, J., & Barreto, H. (2016). Recursos y nuevas opciones en la alimentación animal: torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). *RIAA, ISSN-e 2145-6453, Vol. 7, N° 1, 2016*, 92 Págs., 7(1), 83–92.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6285694&info=resumen&idioma=SPA>

ANEXOS

Figura 3

Materia Prima



Figura 4

Análisis Físico- químico



Figura 5

Extracción de proteína



Figura 6

Proteína Liofilizada



Figura 7

Elaboración de barras



Figura 8

Análisis sensorial barras



Figura 9

Análisis microbiológico barras



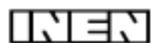
Figura 10

Análisis Físico- químico barras



Figura 11

Normativa Técnica Ecuatoriana para Granolas



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2595:2011

GRANOLAS. REQUISITOS.

Primera Edición

GRANOLAS. REQUIREMENTS.

First Edition

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	GRANOLAS. REQUISITOS.	NTE INEN 2595:2011 2011-07
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las granolas. No incluye las granolas en barra.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIÓN</p> <p>2.1 Para los efectos de esta norma se adopta la siguiente definición:</p> <p>2.1.1 Granolas. Producto procesado apto para consumo directo, resultante de la mezcla de uno o más cereales, y/o pseudocereales, sometidos a uno o más procesos de cocción, con o sin adición de otros ingredientes crudos o cocidos.</p> <p style="text-align: center;">3. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>3.1 Las granolas deben tener aspecto, textura y consistencia, acorde a sus ingredientes y procesos de producción, pudiendo ser homogénea o heterogénea, crujiente o suave, suelta o granulada.</p> <p>3.2 Las granolas pueden ingerirse solas o mezcladas con otros alimentos.</p> <p>3.3 Las granolas deben presentar sabor y aroma típicos, naturales o provenientes de saborizantes y aromatizantes permitidos.</p> <p>3.4 Las granolas deben ser elaborada en condiciones sanitarias apropiadas, observándose las buenas prácticas de fabricación y a partir de materias primas sanas, limpias e inocuas.</p> <p>3.5 Los cereales y demás ingredientes de las granolas deben estar libres de materias extrañas y de signos de infestación o contaminación por roedores e insectos.</p> <p>3.6 Los ingredientes utilizados como materia prima de las granolas deben cumplir con las normas específicas de requisitos, como ingredientes se permiten entre otros, los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Grasas y aceites comestibles,b) azúcares, melazas y jarabes,c) miel de abeja,d) derivados de cereales y pseudocereales,e) edulcorantes,f) especias,g) frutas deshidratadas,h) frutas enconfitadas,i) frutos secos, semillas y nueces,j) leguminosas,k) oleaginosas,l) sal,m) esencias,n) otros ingredientes aptos para el consumo humano. <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, cereales, leguminosas y productos derivados, granola, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Calle 17-01-3999 - Baños de San Sebastián - Quito Ecuador - Prohibida la reproducción

4. REQUISITOS

4.1 Requisitos específicos

4.1.1 **Requisito físico.** Las granolas deben cumplir con el requisito indicado en la tabla 1.

TABLA 1. Requisito físico de las granolas.

Requisito	Valor		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
Humedad, % (m/m)	-	10,0 %	ISO 712 *AOAC 925.09, 925.10
*método generales recomendados.			

4.1.2 **Requisitos microbiológicos.** Las granolas deben cumplir con los requisitos indicados en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos Microbiológicos de las granolas.

Microorganismo	n	c	m	M	Método de Ensayo
Aerobios Mesófilos REP, (ufc/g)	5	1	10 ⁻⁴	10 ⁻³	NTE INEN 1 529-5
Mohos, (upc/g)	5	2	10 ⁻²	10 ⁻³	NTE INEN 1 529-10
Coliformes (ufc/g)	5	2	10	10 ⁻²	NTE INEN 1 529-7
Bacillus cereus	5	1	10 ⁻²	10 ⁻¹	ISO 7932
Salmonella sp.	5	0	Ausencia/25 g	----	NTE INEN 1 529-15

Donde:

n = Número de muestras que se van a examinar

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = Índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable.

4.2 **Aditivos.** A las granolas se les puede adicionar aditivos en las dosis máximas especificadas en la NTE INEN 2 074.

4.3 **Contaminantes.** El límite máximo de metales pesados en las granolas debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 3.

TABLA 3. Contaminantes

Metal	Requisito
Plomo, mg/kg	0,2
Cadmio, mg/kg	0,1*
*Excepto el salvado y el germen, así como los granos de trigo y el arroz	

4.4 Las granolas se ajustarán a los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius, CAC/LMR 01-2009.

4.5 Las granolas deben cumplir con un nivel máximo de 10 mg/kg de aflatoxinas totales (B1+B2+G1+G2) y 5 mg/kg de ocratoxina A, establecido por la Comisión del Codex Alimentarius, CODEX STAN 193-1995.

5. INSPECCIÓN

5.1 Los procesos de inspección que deben seguirse para la aceptación de lotes de granolas se especifican a continuación:

5.1.1 Muestreo

5.1.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la familia de NTE INEN-ISO 2859 (ver nota 1) e ISO 3951 para producción continua o lotes aislados, la norma ISO 8422 e ISO 8423 para inspección por atributos y variables y las Directrices Codex sobre muestreo CAC/GL 50.

5.1.1.2 Los requisitos de cantidad de producto en paquetes y sus tolerancias debe estar de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN-OIML R 87.

5.1.2 Aceptación y rechazo

5.1.2.1 Si el producto cumple con los requisitos especificados en esta norma el lote es aceptado.

5.1.2.2 Si el producto no cumple con uno o más de los requisitos especificados en esta norma el lote es rechazado.

6. ENVASADO

6.1 Los envases deben ser nuevos y estar en condiciones sanitarias adecuadas, limpios y exentos de materias extrañas a fin de que resguarden la estabilidad y calidad del producto envasado, debiendo además protegerlo de cualquier contaminación durante su transporte, almacenamiento y comercialización.

6.2 Los recipientes, incluido el material de envasado, deben estar fabricados sólo con sustancias que sean de grado alimentario, inocuas y adecuadas para el uso al que están destinadas.

6.3 Los envases deben proteger al producto de la hidratación, constituyendo una barrera a la absorción de humedad externa suficiente para mantenerlo durante el almacenamiento, dentro del límite máximo de humedad establecido en esta norma.

7. ROTULADO Y ETIQUETADO

7.1 El rotulado y etiquetado debe cumplir con lo indicado en las NTE INEN 1 334-1 y 1 334-2, y con el RTE INEN 022.

NOTA 1. A la fecha el INEN ha adoptado las Normas Internacionales ISO 2859-1 e ISO 2859-10.

APÉNDICE Z

Z.1. DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-1	Rotulado de Productos Alimenticios para consumo. Parte 1.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2	Rotulado de Productos Alimenticios para consumo. Parte 2.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5	Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesofilos REP.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	Control microbiológico de alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15	Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2859-1	Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 10: Introducción a la serie de normas de muestreo NTE INEN-ISO 2859 para la inspección por atributos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2859-10	Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote.
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	Rotulado de productos alimenticios, procesados, envasados, y empaquetados.
Recomendación Técnica Ecuatoriana NTE INEN-OIML	R 87 Cantidad de producto en paquetes.
International Standard Organization ISO 712	"Cereals and cereal products - Determination of moisture content - Reference method series of standards for sampling for inspection by attributes".
International Standard Organization. ISO 7932	"Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of presumptive Bacillus cereus - Colony-count technique at 30 degrees C".
International Standard Organization. ISO 8422	"Sequential sampling plans for inspection by attributes".
International Standard Organization. ISO 8423	"Sequential sampling plans for inspection by variables for percent nonconforming (known standard deviation)".
International Standard Organization. ISO 2859	Series of standards for sampling for inspection by attributes.
International Standard Organization. ISO 3951	Series of standards for sampling procedures for inspection by variables.
Official Methods of Analysis AOAC 925.09	Solids (Total) and moisture in Flour - Vacuum
Official Methods of Analysis AOAC 925.10	Solids (Total) and moisture in Flour - Air Oven Method.
Comisión del Codex Alimentarius CAC/LMR 01-2009	Lista de límites Máximos de Residuos de Plaguicidas.
Directrices del Codex Alimentarius CAC/GL 50-2004	Muestreo.

Z.2. BASES DE ESTUDIO

Ministerio de Salud Perú, Resolución Ministerial 591-2008/MINSA que aprueba la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

Norma Chilena Oficial NCh2806.Of2003. *Cereales para el desayuno-Requisitos*. Instituto Nacional de Normalización (INN-CHILE). Santiago-Chile, 2003.

Norma Técnica Colombiana NTC 3749. *Productos de Molinería. Cereales listos para el desayuno*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Bogotá-Colombia, 1997.

Comisión del Codex Alimentarius, *Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos (CODEX STAN 193-1995)*.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2595	TÍTULO: GRANOLA REQUISITOS	Código: AL 02.02-408
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2010-08-09	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo Ministerial No publicado en el Registro Oficial No. Fecha de iniciación del estudio:	

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: Granola, Requisitos
Fecha de iniciación: 2010-10-12
Fecha de aprobación: 2011-02-17

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Ing. Pablo Polít (Presidente)	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL –EPN
MaE. Adriana Villavicencio	INTERTEK –CALEB BRETT ECUADOR S.A.
Ing. Elisa Vélez Decker	INTERTEK –CALEB BRETT ECUADOR S.A.
Ing. Augusto Solano	PRODUCTOS SCHULLO
Ing. Rernigio Salazar	NUTRIVITAL
Ing. Ana Gabriela Di Capua	PROGRAMA DE PROVISION DE ALIMENTOS - MIES
Ing. Alejandra Chiriboga	PROGRAMA DE PROVISION DE ALIMENTOS - MIES
Ing. Ruth Viera	PROGRAMA DE PROVISION DE ALIMENTOS - MIES
Ing. José Ragel	KELLOGG ECUADOR CIA. LTDA.
Dra. Pilar Córdova	LABORATORIO SEIDLA
Ing. Evelyn Andrade (Secretaria Técnica)	INEN

Otros trámites:

La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 11 167 de 2011-05-20
Registro Oficial No. 488 de 2011-07-11

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerías Moreno ES-20 y Av. 6 de Diciembre
 Casilla 17-01-3000 - Telf: (033 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (033 2) 2 507815
 Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gov.ec
 Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
 Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
 Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
 Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: isenlaboratorios@inen.gov.ec
 Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
 Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec
 Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
 URL: www.inen.gov.ec

Figura 12

Norma General para los productos proteínicos

CODEX ALIMENTARIUS
NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Organización
Mundial de la Salud

E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

NORMA GENERAL PARA LOS PRODUCTOS PROTEÍNICOS VEGETALES (PPV)

CXS 174-1989

Adoptada en 1989. Enmendada en 2019, 2022.

Enmienda aprobada en 2022

Las siguientes enmiendas se introdujeron en el texto de la norma a raíz de las decisiones adoptadas en el 45.º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius celebrado en diciembre de 2022.

Página	Ubicación	Texto en la versión anterior	Texto en la versión enmendada
4	Sección 8.3 Etiquetado de los envases no destinados a la venta al por menor	La información sobre los envases no destinados a la venta al por menor figurará o bien en los envases o en los documentos que los acompañan, salvo que el nombre del producto, el marcado de la fecha y las instrucciones para la conservación, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o del envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o del envasador podrán ser sustituidos por una señal de identificación, siempre que tal señal sea claramente identificable con los documentos que lo acompañan.	Los envases no destinados a la venta al por menor deberán etiquetarse de conformidad con lo dispuesto en la Norma general para el etiquetado de envases de alimentos no destinados a la venta al por menor (CXS 346-2021).

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma se aplica a los productos proteínicos vegetales (PPV) destinados a utilizarse en alimentos y que se preparan mediante diversos procesos de separación y extracción de proteínas unicelulares. Los PPV se fabrican para utilizarlos en alimentos que requieren ulterior preparación, y en la industria de elaboración de alimentos. La presente Norma no se aplica a ningún producto proteínico vegetal regulado por una determinada norma del Codex para productos en la que se haya establecido un nombre específico.

2. DESCRIPCIÓN

Los PPV a que se aplica esta Norma son productos alimenticios obtenidos de materias vegetales mediante la reducción o eliminación de algunos de los principales constituyentes no proteínicos (agua, aceite, almidón, otros carbohidratos), de manera que se obtiene un contenido en proteína (N x 6,25) del 40 por ciento o más. El contenido de proteínas se calcula sobre la base del peso en seco, con exclusión de vitaminas y minerales añadidos.

3. FACTORES ESENCIALES RELATIVOS A LA COMPOSICIÓN, LA CALIDAD Y NUTRICIONALES**3.1 Materias primas**

Semillas limpias, en buen estado, maduras, secas, y esencialmente exentas de materias extrañas de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación, o PPV de menor contenido proteínico pero que satisfagan las especificaciones contenidas en esta norma.

3.2 Los PPV se ajustarán a los requisitos de composición que se indican a continuación salvo en lo que respecta a determinados requisitos, que podrán variar en tipos específicos de PPV.

3.2.1 Contenido de humedad

El contenido de humedad será suficientemente bajo como para asegurar la estabilidad microbiológica de conformidad con las condiciones de almacenamiento recomendadas.

3.2.2 Proteínas crudas

(N x 6,25) No deberán ser menos del 40 por ciento sobre la base del peso en seco, excluidas las vitaminas, minerales, aminoácidos y aditivos alimentarios.

3.2.3 Ceniza

La cantidad de ceniza que se obtenga mediante incineración no deberá exceder del 10 por ciento referido al peso en seco.

3.2.4 Grasa

El contenido de grasa residual deberá ser compatible con las buenas prácticas de fabricación.

3.2.5 Fibra cruda

Cuando se trata de productos no regulados por una norma específica para el producto, el contenido de fibra cruda no deberá exceder del 10 por ciento referido al peso en seco.

3.3 Ingredientes facultativos

- a) Carbohidratos, incluidos los azúcares
- b) Grasas y aceites comestibles
- c) Otros productos proteínicos
- d) Vitaminas y minerales
- e) Sal
- f) Hierbas aromáticas y especias

3.4 Factores nutricionales

La elaboración deberá controlarse cuidadosamente y ser suficientemente minuciosa para garantizar un aroma y sabor agradable óptimos, así como para controlar factores antinutricionales tales como inhibidores de tripsina, hemaglutininas, glucosinolatos, etc., de acuerdo con el uso a que se destinan. Cuando sea necesario controlar la actividad de los inhibidores de tripsina en un alimento, se deberá definir el máximo nivel permisible tomando como base el estado del producto terminado. Algunos PPV se elaboran en condiciones de baja temperatura para evitar la pérdida de solubilidad proteínica o de actividad enzimática. Estos PPV para fines especiales deberán ser analizados para estimar el valor nutritivo de las proteínas después de someterlos a un tratamiento térmico apropiado. La elaboración no debe ser tan intensa que menoscabe notablemente el valor nutritivo.

4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

4.1 Coadyuvantes de elaboración

Durante la manufactura de los PPV se podrán utilizar las siguientes clases de coadyuvantes de elaboración:

Los coadyuvantes de elaboración utilizados en productos que corresponden a esta Norma deberán acatar las Directrices para sustancias utilizadas como coadyuvantes de elaboración (CXG 75-2010).

- Reguladores de la acidez
- Agentes antiespumantes
- Agentes solidificantes
- Preparaciones de enzima
- Disolventes para extracción
- Agentes antiestáticos
- Agentes para el tratamiento de harinas
- Agentes para el control de la viscosidad

4.2 Aditivos alimentarios

No se permite el uso de aditivos alimentarios en los productos proteínicos vegetales.

5. CONTAMINANTES

Los PPV no deberán contener metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

6. HIGIENE

6.1 Se recomienda que los productos regulados por las disposiciones de esta Norma se preparen de conformidad con las secciones pertinentes de los Principios generales de higiene de los alimentos (CXC 1-1969).

6.2 En la medida compatible con las buenas prácticas de fabricación, el producto deberá estar exento de materias objetables.

6.3 Cuando se analice el producto con métodos adecuados de muestreo y examen, dicho producto:

- a) deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
- b) no deberá contener sustancias que procedan de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
- c) no deberá contener otras sustancias tóxicas en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

7. ENVASADO

Los PPV se envasarán en recipientes higiénicos apropiados que mantengan el producto en condiciones higiénicas y al abrigo de la humedad durante su almacenamiento y transporte.

8. ETIQUETADO

Además de las disposiciones de la Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados (CXS 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

8.1 Nombre del alimento

8.1.1 El nombre del alimento que se ha de declarar en la etiqueta deberá ser: "Producto proteínico de ...", llenando el espacio en blanco con el nombre de la fuente específica de las proteínas vegetales, por ejemplo, maní, semillas de algodón, colza.

8.1.2 El contenido proteínico del PPV deberá declararse por referencia al peso en seco.

8.1.3 El nombre podrá incluir un término que describa con precisión la forma física del producto, por ejemplo, "gránulos" o "fragmentos".

8.1.4 Cuando se someta el PPV a un proceso de texturización, el nombre del producto podrá incluir un calificativo apropiado, como "texturizado" o "estructurado".

8.2 Lista de ingredientes

En la etiqueta se declarará la lista completa de los ingredientes en orden decreciente de proporciones, excepto que, cuando se hayan añadido vitaminas y minerales, estos ingredientes se indicarán como grupos separados de vitaminas y minerales, respectivamente, sin que dentro de tales grupos sea necesaria su enumeración en orden decreciente de proporciones.

8.3 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor

Los envases no destinados a la venta al por menor deberán etiquetarse de conformidad con lo dispuesto en la *Norma general para el etiquetado de envases de alimentos no destinados a la venta al por menor* (CXS 346-2021).

9. MÉTODOS DE MUESTREO Y ANÁLISIS

Para comprobar el cumplimiento de esta norma, deberán utilizarse los métodos de análisis y planes de muestreo que figuran en los *Métodos de análisis y muestreo recomendados* (CXS 234-1999) pertinentes para las disposiciones de esta norma.