

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**“DESARROLLO DE UNA BARRA ALIMENTICIA DE CEREALES Y
GRANOS ANDINOS ENRIQUECIDA CON CONCENTRADO
PROTEICO DE POTA (*Dosidicus gigas*)”**

Presentada por:

ANDRÉS AVELINO MOLLEDA ORDOÑEZ

**TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Lima - Perú

2023

Tesis Elaboracion Barra Alimenticia

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.iica.int Fuente de Internet	<1 %
2	www.ruber.es Fuente de Internet	<1 %
3	cienciasagrarias.bogota.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
4	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.unf.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
8	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
9	scielo.iics.una.py Fuente de Internet	

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**“DESARROLLO DE UNA BARRA ALIMENTICIA DE CEREALES Y
GRANOS ANDINOS ENRIQUECIDA CON CONCENTRADO
PROTEICO DE POTA (*Dosidicus gigas*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por

ANDRÉS AVELINO MOLLEDA ORDOÑEZ

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Eduardo Morales Soriano

PRESIDENTE

Mg.Sc. Luis Briceño Berrú

ASESOR

Mg.Sc. David Roldan Acero

CO - ASESOR

M. Sc. Walter Francisco Salas Valerio

MIEMBRO

Ph.D. Gloria Pascual Chagman

MIEMBRO

DEDICATORIA

A mi esposa María Ángela y mi hijo Sebastián Alexander por su apoyo constante e incondicional y compartir conmigo todos los momentos del día a día.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT), Concejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) y Grupo Banco Mundial quienes financiaron este trabajo a través del Subproyecto N° 067-2018-FONDECYT-BM-IADT-AV.

Al Mg.Sc. Luis A. Briceño Berrú y al Mg.Sc. David J. Roldán Acero por su dedicación, paciencia en el desarrollo de la investigación y correcciones en la redacción de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades	3
2.2 Desnutrición proteico-calórico en niños	4
2.3 Principales nutrientes en los alimentos	6
2.3.1 Proteínas	6
2.3.2 Grasas	7
2.3.3 Carbohidratos	7
2.4 Alimentos extruídos	8
2.5 Barras energéticas y alimenticias	10
2.5.1 Insumos en la elaboración de barras alimenticias	11
2.5.2 Extrusión de cereales	23
2.5.3 Índice de expansión (IE), Índice de absorción de agua (IAA) e Índice de gelatinización (IG)	24
2.5.4 Procedimiento para elaborar barras alimenticias	25
2.6. Evaluación sensorial de alimentos	27
2.6.1 Propiedades organolépticas y los sentidos del ser humano	27
2.7 Métodos para la evaluación de la calidad de proteínas	28
2.7.1 Métodos biológicos.	29
2.7.2 Métodos químicos	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1 Lugar de ejecución	33
3.2 Insumos	33
3.3 Materiales, equipos y reactivos	33
3.3.1 Materiales	23

3.3.2 Equipos	34
3.3.3 Reactivos	34
3.4 Métodos de análisis	35
3.4.1 Análisis físico	35
3.4.2 Análisis químico proximal	35
3.4.3 Análisis microbiológicos	35
3.4.4 Análisis sensorial	36
3.4.5 Evaluación biológica	38
3.4.6 Análisis estadístico	40
3.5. Metodología experimental	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1 Insumos	45
4.1.1 Evaluación sensorial del concentrado proteico de pota (CPPo)	45
4.1.2 Composición química proximal del CPPo	46
4.1.3 Análisis microbiológico del concentrado de proteína de pota.	47
4.2 Parte experimental	48
4.2.1 Elaboración del producto extruido enriquecido con CPPo	48
4.2.2 Elaboración de la barra alimenticia	53
4.3. Caracterización de la barra alimenticia elaborada con la formulación extruida	
F5 (6 por ciento de CPPo)	58
4.3.1 Prueba de aceptabilidad	58
4.3.2 Análisis químico proximal	59
4.3.3 Contenido de aminoácidos esenciales	60
4.3.4 Análisis microbiológico	61
4.3.5 Evaluación biológica	62
V. CONCLUSIONES	64
VI. RECOMENDACIONES	65
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	66
VIII. ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de ácidos grasos del concentrado proteico de pota (%)	13
Tabla 2 Contenido de aminoácidos esenciales del concentrado proteico de pota (mg/ g de proteína.)	14
Tabla 3 Contenido de aminoácidos esenciales del maíz (mg/ g de proteína)	15
Tabla 4 Contenido de aminoácidos esenciales de la kiwicha (mg/ g de proteína)	19
Tabla 5 Composición de las distintas fracciones del arroz	21
Tabla 6 Patrón de requerimiento de aminoácidos esenciales para niños de 5 a 10 años	31
Tabla 7 Formulaciones experimentales sometidas al proceso de extrusión	40
Tabla 8 Resultados de la evaluación sensorial del concentrado de proteína de pota	45
Tabla 9 Composición química proximal de los insumos utilizados en las formulaciones experimentales (g/100 g de muestra)	46
Tabla 10 Resultados del análisis microbiológico del concentrado de proteína de pota	47
Tabla 11 Composición química proximal de las formulaciones sometidas al proceso de extrusión (g/100 g de muestra)	48
Tabla 12 Contenido de aminoácidos esenciales de las formulaciones experimentales	49
Tabla 13 Valor de la probabilidad de los atributos de las formulaciones extruidas	52
Tabla 14 Composición química proximal de las formulaciones extruidas (g/100 g. de muestra)	52
Tabla 15 Formulaciones modificadas con 4, 6 y 8 por ciento concentrado de proteína de pota	53
Tabla 16 Composición química proximal de las Formulaciones modificadas (g/100 g de muestra)	54
Tabla 17 Índice de expansión e Índice de absorción de agua de las muestras extruidas.	54
Tabla 18 Composición química de la barra nutritiva con 6 por ciento de CPPo	59

Tabla 19 Contenido de aminoácidos esenciales, Score y PDCAAS de la barra alimenticia	60
Tabla 20 Resultados del análisis microbiológico de la barra alimenticia	61
Tabla 21. Resultados de evaluación biológica para determinar la digestibilidad verdadera(DV) y el valor biológico (VB)	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Calamar gigante o pota (<i>Dosidicus gigas</i>)	11
Figura 2 Corte transversal (izquierda) y longitudinal (derecha) de un grano de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>) vista en microscopio.	17
Figura 3 Estructura morfológica del grano de arroz.	20
Figura 4 Escala hedónica facia.	37
Figura 5 Sistema para obtener los datos y determinar DV y VB.	39
Figura 6 Flujo general para la elaboración de un producto extruido	41
Figura 7 Flujo para obtener una barra alimenticia	42
Figura 8 Diagrama experimental para la elaboración de la barra alimenticia de cereales andinos con concentrado proteico de pota (<i>Dosidicus gigas</i>).	44
Figura 9 Muestras extruidas con las formulaciones F1, F2, F3, y F4	50
Figura 10 Nivel de valoración para las formulaciones extruidas según atributos	51
Figura 11 Barras alimenticias elaboradas con extruido de cereales, granos andinos y concentrado de proteína de pota	56
Figura 12 Preferencia por atributos aplicando la prueba estadística de Kruskal-Wallis	57
Figura 13 Preferencia de la barra alimenticia con CPPo según atributos	57
Figura 14 Resultados de la prueba de aceptabilidad de la barra alimenticia	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Tabla de Evaluación Sensorial para concentrado de proteína de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) para consumo humano	76
Anexo 2 Formato del Test de valoración de calidad con Escala de Karlsruhe adaptada para un producto extruido de cereales, granos andinos y concentrado de proteína de pota.	77
Anexo 3 Formato para Test de valoración de calidad.	78
Anexo 4 Análisis estadístico para prueba de preferencia de las mezclas extruidas según atributo.	79
Anexo 5 Formato para prueba de preferencia de las barras alimenticias de cereales y granos andinos enriquecido CPPo.	89
Anexo 6 Análisis Kruskal-Wallis para prueba de preferencia de barras alimenticias según atributos	90
Anexo 7 Composición de los aminoácidos en las barras alimenticias.	94
Anexo 8 Valor biológico de las barras alimenticias.	96
Anexo 9 Ficha técnica de Kiwicha	97
Anexo 10 Ficha técnica de grits de maíz	98

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo el desarrollo de una barra alimenticia, utilizando insumos como cereales (maíz, arroz), granos andinos (kiwicha y quinua), arveja, leche y concentrado de proteína de papa (CPPo), como fuente de proteínas y aminoácidos para niños entre 5 a 12 años. La investigación tuvo 2 etapas; en la primera etapa, se ensayó 4 formulaciones para extruir y a través de la prueba de preferencia, se seleccionó la mezcla extruida con 60 por ciento de maíz, 21 por ciento de arroz, 4 por ciento de CPPo y 15 por ciento de kiwicha. En la segunda etapa se ensayó extruir la formulación seleccionada con 4, 6 y 8 por ciento de CPPo; con los productos extruidos se elaboraron barras alimenticias, utilizando 57.5 por ciento de producto extruido, 5 por ciento de coco molido como saborizante, 27.5 por ciento azúcar rubia y 10 por ciento de glucosa como ligante; luego, a través de una prueba de preferencia con 60 niños de 5 a 12 años, se seleccionó la barra alimenticia con 6 por ciento de CPPo. La composición química proximal de la barra alimenticia seleccionada fue: humedad 6.54 ± 0.2 por ciento, proteína 9.56 ± 0.3 por ciento, grasa 3.10 ± 0.2 por ciento, fibra 0.63 ± 0.1 por ciento, ceniza 0.68 ± 0.2 por ciento y carbohidratos 79.49 ± 0.1 por ciento. El score o computo químico de aminoácidos esenciales de la proteína presente en la barra alimenticia no reportó ningún aminoácido limitante. La digestibilidad verdadera (DV) y el valor biológico (VB) de la proteína de la barra alimenticia fue 90.53 por ciento y 94.54 por ciento, respectivamente. La prueba de aceptabilidad sensorial de la barra alimenticia realizada en niños de edad escolar del centro Educativo N° 20693 “San Pedro” del distrito de Caca, Provincia de Yauyos, Departamento de Lima, fue 88.9 por ciento.

Palabras claves: Barra alimenticia, CPPo, extruidos.

SUMMARY

This research aimed to develop a food bar, using inputs such as cereals (corn, rice), andean grains (kiwicha and quinoa), peas, milk and squid protein concentrate (CPPo), as a source of protein and amino acids for children between 5 to 12 years. The investigation had 2 stages; in the first stage, 4 formulations to be extruded were tested and through the preference test, the extruded mixture with 60 percent corn, 21 percent rice, 4 percent CPPo and 15 percent kiwicha was selected. In the second stage, it was tried to extrude the selected formulation with 4, 6 and 8 percent of CPPo; food bars were made with the extruded products, using 57.5 percent extruded product, 5 percent ground coconut as flavoring, 27.5 percent brown sugar and 10 percent glucose as binder; then, through a preference test with 60 children from 5 to 12 years old, the food bar with 6 C percent PPo was selected. The proximal chemical composition of the selected food bar was: moisture 6.54 ± 0.2 percent, protein 9.56 ± 0.3 percent, fat 3.10 ± 0.2 percent, fiber 0.63 ± 0.1 , a percent sh 0.68 ± 0.2 percent and carbohydrates 79.49 ± 0.3 percent. The score or chemical computation of essential amino acids of the protein present in the food bar did not report any limiting amino acids. The true digestibility (DV) and the biological value (VB) of the protein of the food bar were 90.53 percent and 94.54 percent, respectively. The sensory acceptability test of the food bar carried out on school-age children from the Educational Center No. 20693 "San Pedro" in the district of Cacara, Province of Yauyos, Department of Lima, was 88.9 percent.

Keywords: Food bar, CPPo, extruded

I. INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos inocuos y nutritivos es cada vez mayor en todo el mundo, y consumir una dieta balanceada es la forma correcta para prevenir o corregir los problemas de salud, tales como la malnutrición, la obesidad, la diabetes, las enfermedades del corazón, y otras que se originan en gran parte en errores dietéticos (Fernández y Fariño 2011). Por ello, la diversificación de productos nutritivos de consumo humano es una preocupación permanente de la industria de alimentos. Un producto alimenticio que en su composición contenga proteínas, grasas buenas, vitaminas y minerales podría cubrir parte de los requerimientos diarios de una dieta equilibrada en la alimentación de un individuo

Se ha reportado que la ingesta necesaria de proteína para mantener el balance de nitrógeno en el organismo recomendada para niños de 1 a 3 años es de 1.1 g/k/d, para 4 a 13 años es de 0.95 g/k/d, para 14 a 18 años 0.85 g/k/d y edades superiores es de 0.80g/k/d; estas cantidades especialmente en la nutrición de los niños tienen el rol importante en el desarrollo físico mental y que esto repercute de alguna manera en las condiciones socioeconómicas de un país, es así que en el Perú los principales problemas nutricionales que afectan a los niños está la desnutrición crónica (DC), la obesidad (O), la deficiencia de micronutrientes o la anemia nutricional (AN). La desnutrición crónica es un proceso por la cual las reservas orgánicas que el cuerpo ha ido acumulando mediante la ingesta de alimentos se agotan debido a una carencia calórica proteica retrasando el crecimiento del infante, niño y adolescente (Pajuelo y Miranda 2016).

Para tener una vida saludable y activa, las personas necesitan tener alimentos en cantidad, calidad y variedad adecuada, a fin de obtener la energía y los nutrientes requeridos. Sin embargo, en el Perú se tiene una alta tasa de desnutrición crónica infantil debido a un nivel de ingesta

calórico - proteico modesto, básicamente originado por la disponibilidad de alimentos carentes de calidad, que es motivo de preocupación (Aparicio y Vilca, 2017). Por otro lado, en el mar peruano existe una gran variedad de recursos hidrobiológicos, lo que nos convierte en uno de los países con mayor biodiversidad marina. Estos recursos, por la alta perecibilidad que presentan, no pueden ser comercializados en lugares que no poseen una infraestructura de conservación. El calamar gigante o pota es un recurso que permite obtener un concentrado proteico, producto que podría ser utilizado como fuente de proteína en la

formulación de alimentos enriquecidos que permita atender los requerimientos de aminoácidos y calorías.

Así mismo, se ha demostrado que el concentrado proteico de pota (CPPo) (Roldán *et al.* 2021), llamado así por su alto contenido de proteínas, obtenido a través de un proceso adecuado constituyen un insumo de alto contenido y calidad de aminoácidos, hace factible su uso en la formulación de un producto enriquecido que cumpla con los requerimientos para atender la población infantil de edad escolar, sobre todo, de bajos recursos o en extrema pobreza. Por ello, el objetivo de esta investigación fue desarrollar una barra alimenticia con cereales, granos andinos y concentrado de proteína de pota que pueda ser consumido como suplemento de la dieta de los niños en edad escolar, en cualquier momento del día.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

En la agroindustria alimentaria, entre los productos con apreciable demanda se encuentran los alimentos precocidos; uno de ellos es elaborado a través del proceso de extrusión que permite una cocción rápida, continua y homogénea del producto, mediante un proceso termo mecánico durante un tiempo corto, esta tecnología permite mejorar o modificar propiedades funcionales como la solubilidad, formación de emulsión, la gelatinización en los alimentos, induce la formación de complejos entre lípidos y carbohidratos mejorando la textura y características sensoriales, además desnaturaliza e inactiva factores anti nutricionales mejorando su aptitud posterior para el desarrollo de nuevos productos (Ceron *et al.* 2016).

Por otro lado, el proceso de extrusión con equipos de bajo costo es un tipo de procesamiento de mínima complejidad que resulta viable para ser transferido a zonas altoandinas para su aplicación en la preparación de mezclas alimenticias. Esta alternativa tecnológica nos ofrece la oportunidad de aprovechar de la mejor manera la producción de cereales en las zonas altoandinas de nuestro país; de esta forma se podrá proporcionar un producto con alto valor nutritivo que contribuya a resolver el problema de desnutrición en nuestro país (Repo-Carrasco *et al.* 2011).

El crecimiento sustancial del mercado de barras de cereal en las últimas décadas se debe al desarrollo de productos innovadores que han sido fortificados con vitaminas y minerales, así como incorporar compuestos bioactivos. Además, los consumidores consideran que las barras de cereal son productos saludables. Las barras de cereal han ganado aceptabilidad en los ojos de los consumidores como "mejores para usted" porque se consideran buenas en términos nutricionales y también por su contribución a la ingesta de fibra dietética (Bower 2000).

Los productos alimenticios y bebidas, incluyendo cereales listos para comer, barras de cereales y barras de salud que se comercializan están orientados a cubrir las necesidades de salud y bienestar (Aramouni 2011), por lo que las barras nutricionales se han convertido en una solución para complementar los alimentos durante el día. Así mismo, Baez y Borja (2013), reportan que el desarrollo de barras alimenticias es una nueva alternativa dentro del mercado y son consideradas como fuente de fibra, proteína, omega-3 y 6, dependiendo de los insumos que se utilice.

Bustamante (2014) indica que, utilizar 2 por ciento de papa deshidratada, en la formulación de barras de cereales permite obtener una buena textura y adecuado sabor y un excelente valor nutricional. Para elaborar las barras utiliza 60 por ciento de cereales altoandinos y 40 por ciento de ligantes (azúcar, glucosa, miel y margarina).

2.2 DESNUTRICIÓN PROTEICO - CALÓRICA EN NIÑOS

La desnutrición proteico energética en la población es en la actualidad el problema de nutrición más importante en los países poco industrializados, no existen cifras exactas sobre la prevalencia en el mundo, y es incluso difícil hacer cálculos sobre ello, esta situación afecta principalmente a infantes y niños prescolares (Docampo *et al.* 2011). La Organización Mundial de Salud (OMS) estima que al menos quinientos millones de niños sufren en todo el mundo algún grado de desnutrición proteico calórica; por otro lado, en encuestas hechas en Asia, África y América Latina se indica que aproximadamente el 20 por ciento de los niños sufre de desnutrición moderada y 3 por ciento de desnutrición severa (Oliva 2013); La desnutrición por déficit proteico tiende a estar confinado a zonas del mundo (África rural, islas del Caribe y el Pacífico) donde los alimentos básicos son en base a batata, mandioca, patata dulce y banana verde, que son deficientes en proteínas y excesivamente ricos en almidón (Guerrero 2014).

En el Perú, estimaciones de la deficiencia proteico-calórica sobre la base de la Encuesta Nacional de Hogares-Continua, 2004-2007, comparan el equivalente calórico del gasto en alimentos de los hogares con la estimación de los requerimientos calóricos basados en los componentes de proteínas, grasas y carbohidratos, esta encuesta muestra que 27 por ciento de la población peruana no alcanza a cubrir efectivamente el requerimiento mínimo de energía. Este déficit revela grandes disparidades entre Lima Metropolitana (15 por ciento) y el resto del

país (32 por ciento). Los departamentos de Huancavelica (65.9 por ciento), Pasco (56 por ciento), Huánuco (46 por ciento) y Loreto (42 por ciento) son los más afectados. En estos, la prevalencia de retardo en el crecimiento también es elevada (Benavides *et al.* 2011).

En la actualidad, los problemas de salud pública asociados con la nutrición se presentan tanto por desequilibrios en la ingestión proteico-calórica (obesidad, hipercolesterolemia, desnutrición crónica, marasmo, etc.) como debido a posibles deficiencias en minerales y vitaminas (anemias, osteoporosis, bocio, etc.), que afectan de forma diversa tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (MINSA 2012). El Perú no es ajeno a esta problemática, pues en el país aún se encuentran problemas de malnutrición por déficit, desnutrición crónica y anemia ferropénica, principalmente en el ámbito rural; mientras que la malnutrición por exceso como el sobrepeso y la obesidad, se concentra en el ámbito urbano. Es así que, en los indicadores de salud y nutrición, según la ENDES 2012 (INEI 2013), existe una prevalencia de retardo en el crecimiento infantil del 18.1 por ciento, anemia en niños menores de 5 años de 32.9 por ciento y en mujeres en edad fértil de 17.7 por ciento. Asimismo, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Indicadores Nutricionales, Bioquímicos, Socioculturales realizada en población de 20 años a más, hay una prevalencia de sobrepeso y obesidad del 35.3 y 16.5 por ciento respectivamente.

La búsqueda de carbohidratos indigeribles adecuados para aplicaciones alimentarias es una prioridad para la industria. Los alimentos integrales de cereales como los productos de panadería se recomiendan como una buena fuente de carbohidratos no digeribles y compuestos bioactivos, que se han relacionado con efectos protectores contra las enfermedades crónicas no transmisibles (Utrilla *et al.* 2013).

Una forma para contrarrestar el problema de la deficiencia de aminoácidos esenciales es identificar granos con proteína de alto valor biológico. Hay plantas alimenticias que no han sido totalmente explotadas, algunas de las cuales no son nuevas, puesto que fueron domesticadas, cultivadas y consumidas por el hombre precolombino, pero que después de la conquista fueron marginadas socialmente e incluso prohibido su cultivo. La quinua es una de esas plantas alimenticias que conjuntamente con la cañihua, la kiwicha y el tarwi tienen un alto potencial nutritivo (Calisto 2009).

Un buen estado nutricional en edades tempranas es determinante en el crecimiento y desarrollo de los niños y contribuye a asegurarles una vida larga y saludable, pero a pesar de los grandes

avances que se han logrado en la prevención y tratamiento de la malnutrición proteico-energética, constituye un problema de salud en el mundo (Acevedo *et al.* 2016).

2.3 PRINCIPALES NUTRIENTES EN LOS ALIMENTOS

Nutrientes son aquellos compuestos orgánicos (proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas) o inorgánicos (minerales) presentes en los alimentos, los cuales son utilizados por el cuerpo para realizar diversos procesos vitales. Se encuentran agrupados en macronutrientes (carbohidratos, grasas y proteína) y micronutrientes (vitaminas, como A, C y E, minerales, como Fe, Cu y Mg y oligoelementos, como I, Se y F (Mataix 2007).

Los alimentos suministran al organismo energía en forma de carbohidratos, grasas y proteínas; también sustancias, tales como aminoácidos, vitaminas y minerales son necesarias para el crecimiento y la conservación de las células y los tejidos. La FAO y la OMS recomiendan atender por día las necesidades de energía (calorías) y de los siguientes nutrientes esenciales: proteínas, vitamina A, vitamina D, tiamina, niacina, riboflavina, folato, vitamina B12, ácido ascórbico, hierro y calcio (Passmore *et al.* 1975).

2.3.1 Proteínas

Las proteínas son macromoléculas las cuales desempeñan el mayor número de funciones en las células de los seres vivos. Forman parte de la estructura básica de tejidos (músculos, tendones, piel, uñas, etc.), durante todos los procesos de crecimiento y desarrollo, crean, reparan y mantienen los tejidos corporales; además desempeñan funciones metabólicas (actúan como enzimas, hormonas, anticuerpos) y regula la asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, elimina materiales tóxicos, regula vitaminas liposolubles y minerales. El ser humano necesita un total de veinte aminoácidos, de los cuales, 11 de ellos el cuerpo humano los sintetiza y no necesita adquirir de la dieta, éstos son llamados no esenciales o dispensables. Los nueve restantes no somos capaces de sintetizarlos y deben ser aportados por la dieta. Los aminoácidos que adquirimos obligatoriamente de la dieta son los denominados aminoácidos esenciales, o actualmente llamados indispensables, estas son: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina (y cisteína), fenilalanina (y tirosina), treonina, triptófano, y valina (Gonzales *et al.* 2007).

González *et al.* (2007) explica que, dos o más proteínas incompletas pueden ser combinadas de tal forma que la deficiencia de uno o más aminoácidos esenciales pueda ser compensada por otra proteína y a la inversa. Cuando se combinan, estas proteínas complementarias proporcionan todos los aminoácidos esenciales necesarios para el cuerpo humano consiguiendo un patrón equilibrado de aminoácidos que se usan eficientemente.

En la pota o calamar gigante deshidratada, la proteínas se concentran, Fenema (1985) ha encontrado valores de 71.86 a 86.55 por ciento mientras que Lazo (2006) reporta 86.4 por ciento.

2.3.2 Grasas

Las grasas y aceites representan la fuente más importante de energía procedente de los alimentos, pues facilitan 9 Kcal/g, son vehículos de las vitaminas liposolubles, realizan una función importante en la estructura, composición y permeabilidad de las membranas y paredes celulares (Fennema 1985).

Entre los ácidos grasos más representativos en la grasa del calamar gigante está el oleico (C18:1) 4.0 por ciento, araquidónico (C20:0) 6.4 por ciento, palmítico (C16:0) 19.9 por ciento, eicosapentaenoico (C20:3) 16.7 por ciento, docosahexaenoico (C22:6) 46.9 por ciento entre otros (IMARPE – ITP 1996).

2.3.3 Carbohidratos

Los carbohidratos al igual que las proteínas y grasas, son componentes y principales nutrientes de los alimentos. Los carbohidratos (CHO), tienen también la función primordial de aportar energía, aunque con un rendimiento 2.5 veces menor que el de la grasa. Químicamente, están compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno ($C_n:H_{2n}:O_n$). La unidad básica son los monosacáridos (o azúcares simples) de los que la glucosa, fructosa y galactosa son nutricionalmente los más importantes. Entre los disacáridos destacan sacarosa (glucosa + fructosa), lactosa (glucosa + galactosa) y maltosa (glucosa + glucosa). Los polisacáridos o hidratos de carbono complejos son moléculas largas compuestas por un número variable de unidades de glucosa unidas entre sí.

Nutricionalmente hay que distinguir dos grandes grupos: Almidón, polímero de glucosa formando cadenas lineales o ramificadas (amilosa y amilopectina, respectivamente) y diversos polisacáridos que reciben el nombre de polisacáridos no amiláceos (no glucémicos) que no son digeridos por las enzimas digestivas del hombre y que constituyen la fibra dietética (Carbajal 2018).

La mayor reacción física química se lleva a cabo en el almidón durante la extrusión; entre ellos, la gelatinización, hidrólisis, reacciones de Maillard y caramelización. El control de las reacciones en el carbohidrato durante la extrusión es crítico, puede afectar al valor nutricional y las cualidades sensoriales desde que la molécula de carbohidratos es el principal componente de la mayoría de los alimentos extruidos (Carbajal 2018).

Los humanos no pueden digerir fácilmente una harina sin que el almidón haya gelatinizado; algunas personas como los infantes requieren alimentos fácilmente digeribles para aprovechar al máximo la energía, mientras que las personas obesas pueden beneficiarse al consumir productos que contiene almidón resistente a la digestión. El contenido de almidón resistente disminuye después del proceso de extrusión, lo cual, es atribuible a la gelatinización de los gránulos por efecto de la temperatura (Pérez *et al.* 2006). La gelatinización ocurre a bajo nivel de humedad (12 a 22 por ciento) durante la extrusión. Este rango de gelatinización tiende a aumentar con el incremento de la temperatura de la masa, el corte y la presión. Otros componentes del alimento, particularmente los lípidos, la fibra dietética y la sal también afectan a la gelatinización. El almidón al pasar por el extrusor puede sufrir el corte de las ramas de la amilopectina, pero ambas, la amilosa y amilopectina pueden reducirse de tamaño (Carbajal 2018). La amilopectina del maíz puede sufrir la reducción de peso molecular durante la extrusión, lo que puede permitir incrementar la digestibilidad, especialmente en alimentos usados para infantes (Pérez *et al.* 2006).

2.4 ALIMENTOS EXTRUIDOS.

El término extrusión se refiere al proceso por el cual una materia semilíquida es forzada a pasar por una sección transversal o abertura restringida, en el proceso se combinan operaciones como el mezclado, amasado, cizallamiento, calentado, enfriado, conformación, texturizado y deshidratación de materiales alimenticios, y se aplica para obtener productos a partir de

materias primas ricas en almidones (maíz, arroz, trigo, harinade papa, harina de frijol, garbanzos y guisantes, entre otros), de análogos de carnes extruidos y de proteínas vegetales texturizadas (Navarro *et al.* 2018). Los factores involucrados en este proceso, como velocidad del tornillo, presión, temperatura, tiempo, formulación y humedad de la mezcla, causan transformaciones estructurales, químicas y nutricionales, convirtiendo la mezcla en un producto con una textura y forma deseada. Con el paso de los años esta tecnología se ha convertido en una de las más importantes para el tratamiento térmico de los alimentos. Su popularidad radica en el control automatizado, alta capacidad de operación continua, alta productividad, versatilidad, adaptabilidad, eficiencia energética y bajo costo de procesamiento (Areas *et al.* 2016).

Un tipo de extrusión es la termoplástica, con la que se puede obtener productos expandidos o productos comprimidos, se propicia la gelatinización del almidón, la desnaturalización de las proteínas, la inactivación de enzimas que afectan negativamente la vida en anaquel, la destrucción de compuestos anti nutricionales, la drástica o total eliminación de cuentas microbianas en el producto a la salida del extrusor. Por otro lado, el proceso de extrusión se realiza en corto tiempo (10 – 60 s) de ahí que la cocción sea considerada como un proceso de alta temperatura y corto tiempo (HTST). Los extrusores HTST se emplean típicamente para ingredientes de alimentos con bajo contenido de humedad y producen altos coeficientes de fricción (Torres y Pérez 2006).

Álvarez (2017) menciona que el tiempo promedio que pasa una partícula de alimento en un extrusor puede ser de unos cuantos segundos, lo que disminuye la probabilidad de destrucción de vitaminas y reacciones poco deseables entre proteínas y carbohidratos reductores. Por su característica de calentamiento, altas temperaturas y corto tiempo, los extrusores pueden producir alimentos estériles, gelatinizados y muy digeribles.

Dentro de la variedad de productos para meriendas o comidas rápidas e instantáneas han surgido nuevos productos comerciales como fuente de alimentos ricos en nutrientes, dichos productos son de fácil manejo, y por ende de fácil consumo. Entre los alimentos de fácil consumo están los alimentos extruidos que comprenden los distintos tipos de cereales inflados y hojuelas de cereal, carne de soya, ingrediente de alimentos para bebés, niños, e ingredientes para sopas instantáneas; estos alimentos están principalmente constituidos de almidón. La maquinaria utilizada es el extrusor, cumple varias funciones importantes en el procesamiento de alimentos,

como el precocimiento y la gelatinización de almidones. Estas funciones proveen al producto una forma deseada, además de dar al producto una característica agradable y crujiente (Zenteno 2014).

En la actualidad este tipo de productos han calado en popularidad no solo por los niños y jóvenes sino también por adultos, principalmente porque son alimentos listos para su consumo, estable en almacenamiento y por su prolongada vida en anaquel (Shah *et al.* 2019). Por otro lado, los productos extruidos para consumo humano pueden ser utilizados como insumos en el desarrollo de barras alimenticias (Márquez y Pretell 2018).

2.5 BARRAS ENERGÉTICAS Y ALIMENTICIAS

Las barras de cereales son productos obtenidos a partir de la compresión de insumos extruidos, cereales tostados que pueden contener frutos secos, oleaginosas, semillas y jarabes de azúcar usados como agentes ligantes, se constituyen en una opción de comida saludable; tienen como ventaja de pesar poco, son fáciles de transportar, no necesita refrigeración, se deshacen en la boca casi sin esfuerzo, se digieren fácilmente, y son una opción nutricionalmente válida, ellas pueden utilizarse como parte de un desayuno o merienda (Zenteno 2014).

El fuerte crecimiento del mercado de alimentos en especial por el consumo de cereales “listos para comer” permitieron el desarrollo de las barras funcionales (Fernández y Fariño 2011), productos que forman parte del segmento de alimentos que combinan la tendencia sostenida hacia la salud y el bienestar con comodidad; las barras son alimentos combinados, enriquecidos o fortificados y debido a los compuestos bioactivos del producto, contribuyen al beneficio de la salud por las personas que lo consumen; es un tipo de suplemento alimenticio, que posee complementos nutricionales de productos energéticos naturales, esenciales para el funcionamiento orgánico durante cualquier actividad, convirtiéndose en una alternativa para consumirla en cualquier momento del día, debido a su practicidad, buen aporte de calorías, alta digestibilidad, aporte de grasas, buena fuente de hidratos de carbono y variabilidad de gustos y nutrientes destacando como comidas rápidas de elevado valor nutricional (Armas 2012).

Las barras de cereal surgieron especialmente como productos diseñados para deportistas, porque ayudan a conseguir calorías extras en comidas muy ligeras, lo cual permite comer antes, durante y después del ejercicio sin que la digestión interfiera en el esfuerzo, también contribuye a

optimizar el rendimiento físico por su composición, asimismo es una buena opción para llevar; ya que son fáciles de transportar y no necesitan refrigeración. También pueden utilizarse como parte de un desayuno o merienda (Capella 2016).

Las barras de cereales comerciales proporcionan entre 110 y 154 Kcal (25 g) con un promedio de 127 Kcal. En niños de 4 y 10 años es deseable que la razón energía/proteína en la dieta sea entre 70 y 75 kilocalorías por gramo de proteína. La proteína en las barras varían entre 1g y 3.3 g. Los carbohidratos, en forma de sacarosa (glucosa y fructosa), son los ingredientes principales de estos productos permitiendo recargar rápidamente los depósitos de glucógeno; también contienen vitaminas y minerales necesarias para el organismo. Los cereales en barra presentan una actividad de agua bajas (0.4) y niveles de humedad de 5 a 13 por ciento (Iñarrute y Franco 2001).

Las barras de cereal son productos que pueden adecuarse a la mayoría de las metas de la OMS para dieta saludable: sustituir las grasas saturadas por insaturadas, eliminar los ácidos grasos (AG) trans, aumentar el consumo de granos enteros y frutos secos (OMS 2003).

2.5.1 Insumos en la elaboración de barras alimenticias

a. Concentrado proteico de pota (*Dosidicus gigas*)

En el Perú, la pota es el segundo recurso que más se extrae después de la anchoveta, se encuentra distribuido en toda la costa y las mayores concentraciones se ubican desde la frontera norte a 09 y de 11 a 17°S. Hasta las 200 millas de la costa (Rosales *et al.* 2018). En la Figura 1 se muestra la especie.



Figura 1: Calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*)

Fuente: Álamo y Valdivieso (1987)

El desembarque de la pota durante los últimos 3 años fue alrededor de 500 000 toneladas, siendo muy importante para el consumo humano directo; en el año 2021, se extrajo 517710 toneladas (PRODUCE 2021).

La harina de pota es elaborada utilizando sólo el sistema muscular de dicho recurso. Los procesos para la elaboración de la harina de pota son: limpiado, cortado, cocción, molido, desodorizado, centrifugado, secado y molido; en este proceso de elaboración no se adiciona ningún aditivo o conservante químico. La harina de pota es un polvo de color blanco lechoso, sabor neutro y de olor agradable con ligero a marisco. Su textura, suave al tacto y pulverulenta, presenta una granulometría muy fina similar a leche en polvo. Por su alto contenido de proteína (86.04) se le denomina concentrado de proteína de pota (CPPo) (Roldán y Lazo 2009a).

La composición química proximal del concentrado de proteína de pota reportada por Lazo (2006) es la siguiente: proteína (N x 6,25) 86.04 por ciento, grasa 2.70 por ciento, humedad 6.30 por ciento, ceniza 4.96 por ciento y fibra 0.35 por ciento. El valor de bases volátiles nitrogenadas (BVN) encontrado en la harina fue de 16 mg N₂/100 g. Los estándares de calidad para pescados y mariscos congelados y crudos para comer cocidos deben tener un valor de BVN menor a 25 mg N₂/100 g de muestra (ITP - JICA 1982).

Respecto al valor nutricional, el CPPo muestra un contenido de aminoácidos esenciales excelente para la nutrición humana y resulta particularmente eficaz como suplemento para dietas a base de cereales y vegetales. Desde el punto de vista del contenido en aminoácidos esenciales, el valor nutricional del CPPo se compara al de otras proteínas de origen animal de alta calidad (caseína, huevo y carne de res). Así mismo, su contenido de grasa es bajo (3.2 por ciento) del cual, el 44.3 por ciento lo constituyen los ácidos grasos poliinsaturados esenciales de la familia omega 3. La distribución de ácidos grasos y el contenido de aminoácidos esenciales del CPPo, se muestran en las Tablas 1 y 2 respectivamente (Roldán y Lazo 2009a).

**Tabla 1: Distribución de ácidos grasos del concentrado proteico de pota
(porcentaje)**

Acido graso	Denominación	Nombre	Resultados
C-16:0	Ácido hexadecanoico	Palmítico	26,0
C-16:1 ω7	Ácido hexadecenoico		0,3
C-17:0	Acido heptadecanoico		1,0
C-18:0	Ácido octadecanoico	Estearico	7,8
C-18:1 ω 9	Acido octadecenoico	Oleico	1,4
C-18:1 ω 7	Acido octadecenoico		1,4
C-18:2 ω 6	Ácido octadecadienoico	Linoleico	0,4
C-18:3 ω 6	Acido octadecatrienoico	Linolénico	0,2
C-20:0	Acido eicosanoico	Araquidico	0,4
C-20:1 ω 9	Acido eicosadecenoico	Gadoleico	8,3
C-20:2 ω 6	Acido eicosadecaenoico		0,2
C-20:3 ω 3	Ácido eicosatrienoico		0,3
C-20:4 ω 3	Ácido eicosatetraenoico	Araquidónico	1,5
C-20:5 ω 3	Acido eicosapentaenoico	EPA	12,9
C-22:0	Acido docosaenoico		0,3
C-22:1 ω 9	Acido docosadecaenoico		2,0
C-21:5 ω 3	Ácido heneicosapentaenoico		0,2
C-22:4 ω 6	Ácido docosatetraenoico		0,1
C-22:5 ω 6	Ácido docosapentaenoico	DPA	0,5
C-22:5 ω 3	Ácido docosapentaenoico		0,4
C-22:6 ω 3	Acido docosahexaenoico	DHA	31,3
C-24:1 ω 9	Acido tetracosadecenoico		0,6
No determinados			0,7

Fuente: Roldán y Lazo (2009a)

Tabla 2: Contenido de aminoácidos esenciales del concentrado proteico de pota (mg/ g de proteína)

Aminoácidos esenciales	Roldan-Lazo	Calvo
Lisina	79.0	101.6
Triptofano	9.4	20.0
Treonina	41.0	38.6
Valina	43.0	54.0
Metionina	30.0	16.4
Isoleucina	48.0	42.6
Leucina	79.0	65.6
Fenilalanina	38.0	45.6
Histidina	21.0	68.9

Fuente: Roldán y Lazo (2009 a); Calvo *et al.* (2016)

b. Maíz (*Zea mays*)

Es un cereal ampliamente difundido en el mundo, es un alimento muy importante en toda América y gran parte de África. Fue un alimento básico en la civilizaciones azteca y maya, tiene múltiples aplicaciones como alimento animal y uso alimentario. Según el MIDAGRI (2021) la producción de maíz amarillo duro en el Perú para el 2020 fue de 1 126 397 toneladas, por lo que es un producto importante en la alimentación peruana. El contenido de aminoácidos esenciales del maíz (FAO 1981), se muestra en la Tabla 3.

El componente químico principal del grano de maíz es el almidón, al que corresponde hasta el 72-73 por ciento del peso del grano. Después del almidón, las proteínas constituyen el segundo componente químico del grano por orden de importancia. En las variedades comunes, el contenido de proteínas puede oscilar entre el 8 y el 11 por ciento del peso del grano, y en su mayor parte se encuentran en el endospermo (Boyer y Shannon 1987). El maíz posee proteínas con algunos aminoácidos esenciales en pequeña cantidad, por eso es importante combinar la alimentación con legumbres, carnes o granos andinos con el fin de complementar los aminoácidos faltantes. El maíz es utilizado en la industria alimenticia para el

desarrollo de productos como pastas, sopas, papillas, extruidos y otros (Lazo 2006).

Tabla 3: Contenido de aminoácidos esenciales en el maíz

Aminoácidos Esenciales	Resultados mg/g de proteína
Lisina	2.54
Triptofano	0.67
Treonina	3.42
Valina	4.61
Metionina	1.82
Isoleucina	3.50
Leucina	11.90
Fenilalanina	4.64
Histidina	2.58

Fuente: FAO (1981)

En la extrusión, el maíz es muy utilizado por su bajo costo y a su facultad de expandirse tanto a baja y altas condiciones de humedad. A través del proceso de extrusión, el sabor de maíz tiende a ser más marcado y por lo tanto este permanece en el producto extruido (Durán de Bazúa 2018). La extrusión de sémola de maíz con proteínas de carne de pescado se puede utilizar para producir productos de alto valor proteico que serían una opción para preparar los refrigerios nutritivos para los consumidores y aumentar el consumo de pescado; de acuerdo a su composición físico química, la sémola de maíz amarillo proporciona los siguientes resultados: humedad 12.1 por ciento, proteína 6.4 por ciento, grasa 0.9 por ciento, ceniza 0.6 por ciento y carbohidratos 80 por ciento (Reza *et al.* 2011).

c. Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

La quinoa es un pseudocereal que se ha utilizado tradicionalmente como un alimento en los andes y que ha ganado cada vez más interés en los últimos años; La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), así como la Organización Mundial de la Salud (OMS), han calificado a

la quinua como un alimento único, por su alto valor nutricional, esto se demuestra con su contenido de proteínas (16,0-20,2 por ciento), fibra cruda (1.8 a 3.1 por ciento), grasa (4.4 a 7.5 por ciento), calcio (29.8 a 116.4 mg/ 100 g), hierro (0 a 94.8 mg/100g) y fósforo (273.5-454.3 mg/100g) (González, *et al.* 2014). Según Guerreo *et al.* (2015), el contenido de proteína total de la harina de quinua es de 13,6 por ciento (14.8 g / 100 g de peso seco).

La importancia nutritiva de la quinua es reconocida por el mundo, ya que posee los ocho aminoácidos esenciales para el ser humano, lo que la convierte en un alimento muy completo y de fácil digestión; entre los principales aminoácidos esenciales se tiene a la metionina (18mg/100g), fenilamina (79 mg/100g), treonina (40 mg/ 100 g), triptófano (16 mg/100g) y valina (76 mg/100g). La concentración de lisina (79 mg/100) en la proteína de la quinua es casi el doble con relación a otros cereales. Contiene las vitaminas del complejo B, vitamina C, E, tiamina, riboflavina y un alto contenido de potasio y fosfato, entre otros minerales. El valor calórico es mayor que otros cereales, en grano y harina alcanza 350 calorías/100g; por estas características se considera un alimento funcional, sobre todo debido a su alto valor nutritivo y calidad de las proteínas, y está ganando importancia en el desarrollo de fórmulas de alimentación infantil (Vega *et al.* 2010).

En el Perú desde 2015 hubo un incremento en la producción de quinua, llegando el 2020 a producir 100 096 toneladas, con esta cantidad, el Perú fue considerado el primer productor en el mundo (MINAGRI 2021).

d. Kiwicha (*Amaranthus caudatus*)

La kiwicha tiene como origen la región de los andes del sur del Perú. Según Portella (2011), este grano se cultiva , tanto en costa, sierra y selva alta, siendo los principales productores Junín, La Libertad, Cajamarca, Ayacucho, Arequipa, Ancash, Huancavelica y Cusco; posee un amplio rango de adaptación y actualmente se encuentra en toda la zona tropical del mundo y en muchas áreas temperadas, se cultiva más bien en zonas libres de heladas, entre los 2 000 a 3

300 msnm en la sierra sur y centro del Perú y hasta las 3 000 msnm en la sierra norte, es decir en la zona agroecológica Quechua.

El grano de amaranto o kiwicha es muy pequeño, de forma lenticular, de 1,0 a 1,5 mm de diámetro, de colores variados, así: existen granos blancos, blanco amarillentos, dorados, rosados, rojos y negros. Todas las especies silvestres presentan granos negros y de cubiertas muy duras. El germen representa, junto con la cubierta de la semilla, alrededor del 25-26 por ciento del peso de la semilla, obtenido mediante técnicas de molienda. Esta fracción es relativamente rica en grasas y proteínas. El perispermo representa del 68 al 78 por ciento del peso del grano (Bressani 2003).

Las secciones transversales y longitudinales del grano de amaranto se muestran en la Figura 2, se pueden diferenciar tres partes: la cubierta, conocida como pericarpio (a y b), una segunda capa que está formada por los cotiledones que es la parte más rica en proteína (a), y una capa interna, rica en almidones conocida como perisperma (b).

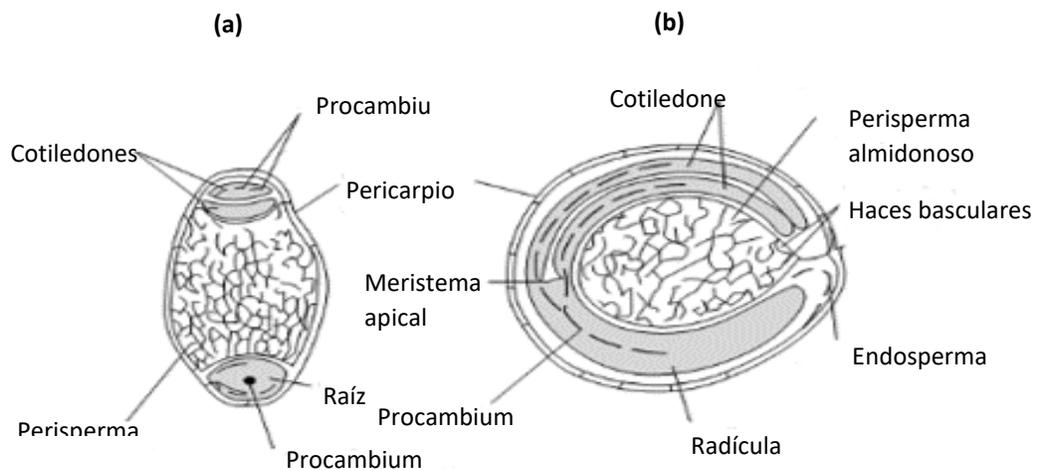


Figura 2: Corte transversal (izquierda) y longitudinal (derecha) de un grano de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) vista en un microscopio

Fuente: Adaptado de Bressani (2003)

La kiwicha, es uno de los cereales que presentan un alto nivel de proteínas (15-16 por ciento), según Chamorro (2018), presenta un porcentaje mayor que los otros cereales, sin embargo, su importancia no radica en su cantidad si no en su calidad, presenta un contenido importante de lisina, que en otros cereales es un aminoácido limitante y su digestibilidad del grano es de 93 por ciento. Así mismo, el almidón representa un 50 a un 60 por ciento en su peso seco, el diámetro del granulo del almidón oscila entre 1-3 micras, lo cual facilita su digestión 2-5 veces más rápido que el almidón que se encuentra en el maíz; la concentración de grasas está entre 7 – 9 por ciento propiciando al grano una buena densidad energética (Aparicio y Vilca 2017).

Es un alimento bien equilibrado con propiedades funcionales que se han demostrado para proporcionar beneficios a la salud; estos beneficios incluyen la disminución de los niveles de colesterol en plasma, la estimulación del sistema inmune, ejerciendo una actividad antitumoral, la reducción de los niveles de glucosa en sangre y mejorar las condiciones de la hipertensión y anemia. Además, se ha informado que poseen actividades antialérgicas y antioxidantes (Caselato y Amaya 2012). Chamorro (2018) reporta la siguiente composición química proximal para la kiwicha: **humedad**, 10.18 a 11.85; **ceniza**, 1.96 a 2.85; **lípidos**, 7.40 a 9.01; **proteína** 15.16 a 16.35; **-fibra cruda**, 1.92 a 2.94 y **carbohidratos** 73.01 a 75.26, siendo de gran importancia el contenido de las proteínas y aminoácidos. El contenido de aminoácidos esenciales (Caselato y Amaya 2012) se muestra en la Tabla 4.

El amaranto, la quinua y la cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), son granos andinos que están ganando interés como alternativas alimenticia por su valor nutritivo y energético, y por no contener gluten a diferencia de cereales convencionales (Ramos-Diaz *et al.* 2019).

El valor energético de la kiwicha lo provee su carbohidrato cuya estructura es muy fina, y son fáciles de digerir por el cuerpo humano. El diámetro del gránulo de almidón de la kiwicha varía entre 1 a 3 micrones, mientras que del maíz es

10 veces más grande, lo que facilitan su digestión, que resulta de 2.4 a 5 veces más rápida (CICA 2012).

Tabla 4: Contenido de aminoácidos esenciales en la kiwicha (mg / g de proteína)

Aminoácidos esenciales	Resultados
Lisina	74.7
Triptofano	18.1
Treonina	55.8
Valina	67.9
Metionina	22.6
Isoleucina	5.82
Leucina	87.9
Fenilalanina	54.2
Histidina	38.9

Fuente: Caselato y Amaya (2012)

e. Arroz (*Oryza sativa L.*)

El arroz es una especie que pertenece a la familia de las gramíneas, cuyo fruto es comestible y forma la base de la dieta de casi la mitad de la población mundial, en la actualidad es producido en 112 países cubriendo todos los continentes (Pincioli 2010).

La estructura morfológica del grano está compuesta por la cubierta exterior conformado por el pericarpio, luego se encuentra la capa del endospermo; finalmente en el extremo del grano se encuentra el germen como se muestra en la Figura 3.

Según Prieto *et al.* (2005), El arroz descascarado, se conoce comercialmente como arroz integral; debido a la presencia del pericarpio, es de color café. Para obtener el arroz blanco, que es el que se comercializa en forma masiva, se procede a la extracción del pericarpio a través de un proceso de pulido, se elimina la testa, la capa de aleurona y el embrión. El producto industrial obtenido en definitiva y

que se denomina arroz blanco o pulido, corresponde al endospermo amiláceo que forma parte de las semillas

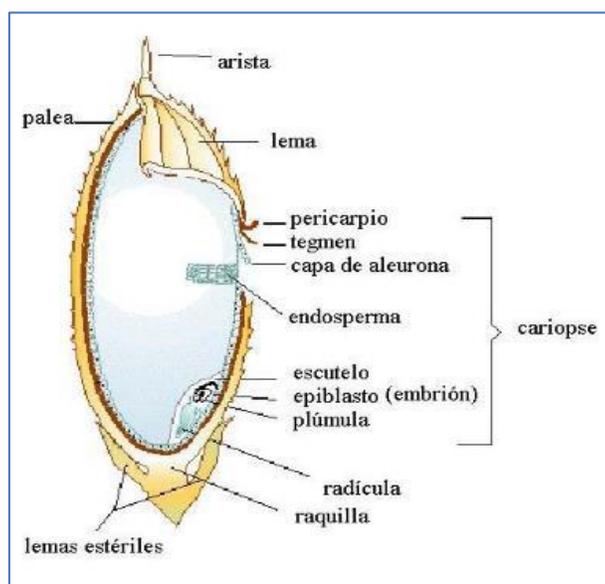


Figura 3: Estructura morfológica del grano de arroz.

Fuente: Juliano (1994)

La composición química proximal del arroz por 100 g de producto reportada por MINSA (2017) es la siguiente: humedad, 13.4; ceniza, 0.5; lípidos, 0.7; proteína 7.8 y carbohidratos, 77.5 por ciento. Así mismo, Zn, 151 mg, Fe, 1.04 mg, Na, 19.0 mg, K 148 mg, tiamina (B1), 0.11 mg y riboflavina (B12), 0.04 mg. Sin embargo, con el refinamiento y pulido, el grano pierde hasta el 50 por ciento de su contenido en minerales y 85 por ciento de las vitaminas del grupo B, 20 por ciento de la proteína (Tabla 5), convirtiéndose en un alimento sobre todo energético. Si se consume en forma integral, cada 100 gramos de arroz, aporta 350 calorías (Martínez *et al.* 2017).

El componente proteico mayoritario del grano de arroz lo constituyen las glutelinas en proporción de 75-90 por ciento con respecto a la proteína total. Son las únicas proteínas de cereales ricas en glutelinas y pobres en prolaminas, y la abundancia relativa de las diferentes fracciones proteicas del grano de arroz

pulido es de albuminas (5 por ciento), globulinas (12 por ciento), glutelinas (80 por ciento) y prolaminas (3 por ciento) (Juliano 1994).

Tabla 5: Composición porcentual de las distintas fracciones del arroz

	Proteínas	Lípidos	Hidratos de carbono		Ceniza
			Metabolizables	Fibra	
Arroz entero	10	2	82	2	2
Arroz blanco	8	0.5	90	4	0.5
Salvado	13-17	16	50	10	9
Germen	19-26	20-24	40-50	4	7-10

Fuente: Cano (2019)

El almidón es el principal componente del arroz (70- 80 por ciento). Este hidrato de carbono se encuentra abundante también en las raíces y los tubérculos, compuesto por amilosa y amilopectina. A mayor proporción de amilopectina, más pegajosos estarán los granos entre sí (Matínez *et al.* 2017); lo que favorece su habilidad para expandirse y lo hace ideal para elaborar productos a base de cereal (Durán de Bazúa 2018).

El arroz pulido es un alimento que es conveniente consumirlo combinado con legumbres, verduras, carnes o pescados, debido a que es pobre en minerales, especialmente hierro, calcio y zinc. El arroz blanco pierde fibra, vitaminas y minerales que se encuentran en el pericarpio del grano, después de haber sido sometido al procesamiento, por lo tanto es preferible consumirlo de manera integral si se desea una dieta balanceada, posee cualidades astringentes y es una sustancia viscosa que cumple una función protectora local en el estómago, por lo que es recomendado en las diarreas infantiles, así como también en la enfermedad celíaca por intolerancia al gluten del trigo, la cebada y el centeno, ocasionando la alteración de la mucosa del sistema digestivo (Pincirolí 2010).

f. Arveja (*Pisum sativum L.*)

La arveja es la especie de grano claro y mayor volumen de producción en el Perú, cultivada en Cajamarca y en otras zonas productoras de la sierra y costa. Está conformada por variedades introducidas sin identificación, variedades mejoradas de INIA y variedades de proveedores privados como Hortus y Farmex (MINAGRI 2016).

La composición química proximal de la arveja por 100 g de producto, reportada por MINSAL (2017), es la siguiente: humedad, 10.1; ceniza, 2.8; lípidos, 1.1; proteína 21.6, carbohidratos, 64.4 y fibra cruda, 5.5. Así mismo, Ca, 102 mg, P, 351 mg, Fe, 5.5 mg, K, 148 mg, tiamina (B1), 0.20 mg y riboflavina (B2), 0.25 mg.

La arveja partida y harina contienen alrededor de 22 por ciento de proteínas. No obstante, las proteínas presentes en la arveja, al igual que en otras legumbres, contienen un exceso de lisina y son pobres en metionina. Por este motivo, es recomendable combinarlos con otros alimentos (con los cereales, por ejemplo, que son ricos en metionina, pero les falta lisina) para obtener una proteína de mayor calidad (Potter 1998); los alimentos que contienen harina de arveja, tienen un gran sabor y un contenido nutricional alto en fibra, proteína vegetal, oligosacáridos, isoflavonas, fósforo, hierro, zinc, selenio y almidón resistente (Ramírez 2015).

g. Coco (*Cocos nucifera*)

El coco pertenece a la familia de las palmáceas, y aunque no se sabe con exactitud, su origen se sitúa en las islas del Pacífico. Actualmente se cultiva en todos los países tropicales del mundo. El fruto es de forma redondeada, puede pesar 2-3 kg y tiene una cáscara fibrosa, de color amarillento, y otra capa intermedia marrón (hueso central), en cuyo interior se encuentra la semilla o pulpa (parte blanca comestible). El agua que alberga en su interior, el agua de coco, es un líquido azucarado que se encuentra en una cantidad aproximada de 300 ml. (MAPA s.f.).

La pulpa de coco presenta propiedades importantísimas desde el punto de vista nutritivo; posee elevado valor energético (354 Kcal/100g de pulpa) debido a sus aceites (28 por ciento) y cantidades elevadas de aceites esenciales como el omega 3, 6 y 9 (Olivera *et al.* 2012); en cuanto a su aporte vitamínico, destaca por ser buena fuente de vitamina E (0,7 mg por 100 gramos de parte comestible), de acción antioxidante, junto a vitaminas hidrosolubles del grupo B. También es fuente de minerales, como calcio, magnesio, fósforo y potasio (405 mg por 100 gramos de parte comestible) (Moreu *s/f*), por lo que, la inclusión de la pulpa de coco como ingrediente en la elaboración de sustancias de relleno constituye una diversificación del empleo de los productos del fruto que aprovecharía sus propiedades no solo organolépticas, sino también nutritivas. (Olivera *et al.* 2012).

La composición química proximal de la parte comestible del coco por 100 g de producto, reportada por MINSA (2017), es: Humedad, 56.4; ceniza, 1.3; lípidos, 28.0; proteína, 3.4 y fibra cruda, 2.3. Así mismo, Ca, 8 mg, P, 351 mg, Fe, 1.8 mg, Zn, 0.25 mg, Niacina, 0.58 mg, Riboflavina (B12), 0.05 mg y Vitamina C, 0.9 mg.

La pulpa de coco se puede utilizar como saborizante , donde el componente principal de sabor de la fruta de coco consiste en un metilo (6,8 – diunil) tridecanoico y tetradecanoico (Adi *et al.* 1997); en tanto el aceite de coco presenta un perfil lípido muy interesante, gracias a sus ácidos grasos de cadena media, los cuales tienen una estructura química más corta que otras grasas, por lo que son rápidamente absorbidos y utilizados por el cuerpo, entre estos se destacan el ácido caprílico, el cáprico y en especial el láurico, al cual se le atribuyen propiedades antibacterianas (Restrepo *et al.* 2020).

2.5.2 Extrusión de cereales

El proceso de extrusión es utilizado para procesar materiales alimenticios a través de un tornillo del extrusor y una cuchilla al final del equipo. La extrusión es un proceso que incluye muchas variables que afectan a los parámetros de proceso tales como: composición y tamaño del alimento, velocidad del tornillo, configuración del tornillo, temperatura del tambor, temperatura final. Por lo general, los snacks extruidos y los

cereales para el desayuno contienen altas cantidades de almidón de trigo, maíz, arroz u otras fuentes. El almidón y la harina de arroz son los ingredientes preferidos en el procesamiento de extrusión de baja humedad debido a su color blanco, sabor suave, hipoalergenicidad y facilidad de digestión (Kadan *et al.* 2006). Además, el arroz se caracteriza por presentar pequeños gránulos de almidón, que permiten una buena expansión y hacen del almidón de arroz un ingrediente adecuado para extruir snacks (Bhattacharya 2012). Sin embargo, muchos snacks extruidos a base de almidón tienen un valor nutricional bajo, motivo por el cual, en los últimos años, la adición de proteínas para producir snacks con mayor valor nutricional y propiedades promotoras de la salud están siendo investigadas en diversos estudios (Brennan *et al.* 2013).

La extrusión de sémola de maíz con proteínas de carne de pescado se puede utilizar para producir productos de alto valor proteico que serían una opción para preparar los refrigerios nutritivos para los consumidores y aumentar el consumo de pescado; de acuerdo a su composición físico química, la sémola de maíz amarillo proporciona los siguientes resultados: humedad 12.1 por ciento, proteína 6.4 por ciento, grasa 0.9 por ciento, ceniza 0.6 por ciento y carbohidratos 80 por ciento (Reza *et al.* 2011).

La adición de 10 por ciento de proteínas de suero (PS) en la mezcla no afecta la expansión y densidad del extruido, pero incrementar a un nivel de 20 por ciento reduce el tamaño de la expansión e incrementa la densidad. La disminución de tamaño con la adición de alto porcentaje se atribuye a la interacción de las proteínas que endurece las paredes de la célula e incrementa la fuerza de ruptura de las paredes de las células (Maskan y Altan 2012).

2.5.3 Índice de expansión (IE) , Índice de absorción de agua (IAA) e Índice de gelatinización(IG)

Riaz y Rokey (2012) mencionan que a medida que el nivel de proteína en una mezcla se aumenta, se observan cambios en la expansión, textura y durabilidad del producto. Los niveles más altos de proteínas generalmente resultan en una menor expansión, ya que la proteína es menos viscoelástica que el almidón; también Pérez *et al.* (2017) afirman que durante la cocción por extrusión, las proteínas se despliegan, realinean, hidrolizan y pueden reticularse con otros ingredientes como el almidón; estas transformaciones y

reacciones se ven reforzadas por un alto contenido de proteínas que afecta la expansión y la calidad de la textura de los productos extruidos. Es decir que, como resultado de la competencia por el agua disponible entre las fracciones de almidón y proteína, se produce un retraso en la gelatinización del almidón, y por consiguiente una menor expansión en los productos extruidos. Por otro lado, Sumargo *et al.* (2016) indican que una mayor concentración de proteína puede producir fluctuaciones en la presión y la temperatura cuando el material se mueve a través del barril de extrusión, afectando negativamente la expansión.

Según Maskan y Altan (2012), la carne del pescado, pollo y res son usados como fuente de proteína para elaborar bocadillos tipo extruido. La incorporación de un 6 por ciento de carne de atún en el maíz aumenta ligeramente la expansión y la fragilidad; al mismo tiempo, disminuye la dureza de los extruidos. A medida que aumenta el contenido de carne de pollo en extruidos de papa, la expansión del extruido disminuye debido a la disminución del tamaño y número de células de aire en los extruidos; asimismo, la incorporación de grasa con la carne de vacuno en una mezcla de harina de soya – maíz, decrece la expansión e incrementa la densidad del extruido.

Para Gonzalez y Álvarez (2011), durante la gelatinización, un gel físico se crea como resultado de la penetración del plastificante en los gránulos de almidón a medida que se incrementa la temperatura. Esta penetración es responsables de la inflamación, la solubilizarían y de la interpenetración de los gránulos y a su vez de la disminución de la cantidad del plastificante libre. La Norma técnica peruana NTP 209.260, para alimentos cocidos de reconstitución instantánea, considera que la gelatinización debe ser ≥ 94 por ciento.

2.5.4 Procedimiento para elaborar barras alimenticias

Las “barras de cereal” son básicamente, una “masa” moldeada en forma de barra, compuesta por cereales de distintos tipos, en algunos casos con algún tratamiento previo, como inflado, tostado, etc.; inicialmente las barras de cereal fueron orientadas a deportistas y luego como alternativa para resolver alguna de las comidas del día. Actualmente su composición varía entre las diversas opciones que existen en el mercado.

Su consumo se ha promovido por medio de publicidades, como alternativas saludables y nutritivas de alimentación; las hay bajas en calorías, glúcidos y grasas y/o enriquecidas con fibras y proteínas (INTI 2011).

Las barras de cereales existentes en el mercado, fundamentalmente están elaboradas en base a maní, arroz y avena en sus diferentes presentaciones, que pueden ser inflados, crocantes o arrolladas como es el caso de la avena. También participan de la formulación frutas deshidratadas como manzana o frutilla, etc., dependiendo de los sabores ofrecidos. Pero además, se utilizan una serie de productos químicos como aceite hidrogenado, edulcorantes y emulsionantes entre otros aditivos autorizados (Viviant 2006).

Fernández y Fariño (2011) reportan que, para la elaboración de la barra nutritiva a base de granola y frutilla, se utilizan mecanismos de deshidratación y secado. Así mismo análisis organoléptico en la preselección y selección de la materia prima. El proceso se determina de acuerdo a las propiedades de cada uno de los insumos. En el proceso de elaboración de la barra nutritiva a base de granola y frutilla se utilizan las siguientes operaciones unitarias: lavado, pelado, corte, molido, prensado, mezclado. Así mismo, deshidratado mecánico, secado conectivo, enfriado envasado y almacenado.

Los carbohidratos, en forma de glucosa y fructosa, son el ingrediente principal de estos productos permitiendo recargar rápidamente los depósitos de glucógeno; además contienen minerales y vitaminas esenciales para el organismo.

Bustamante (2014) indica que utilizar 2 por ciento de pota deshidratada, en la formulación de barras de cereales permite obtener una buena textura y adecuado sabor. Para elaborar las barras utiliza 60 por ciento de cereales alto andinos y 40 por ciento de ligante (azúcar, glucosa, miel y margarina). Calisto (2009) utilizó para la elaboración de ligante: glucosa (80 por ciento) y miel de abeja (20 por ciento); en la preparación de la barra, utilizó la proporción de mezcla seca (62 por ciento) y mezcla ligante (38 por ciento), con esta proporción obtuvo una textura comparable con la barra comercializada en el mercado.

2.6. EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS

La evaluación sensorial constituye en la actualidad uno de los pilares básicos para el desarrollo de productos y para el control de calidad de alimentos y/o sustancias, por ser una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído, permitiendo el establecimiento de criterios y el control de calidad en los diferentes eslabones de la industria alimentaria. Actualmente se utiliza como una herramienta en el control de calidad y de procesos en la industria de alimentos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios; esta técnica tiene fundamento científico al igual que otros tipos de análisis al ser respaldadas por la estadística y la psicología, entre otras disciplinas (Zuloaga 2017).

Las características organolépticas de los alimentos, constituyen el conjunto de estímulos que interactúan con los receptores del analizador (Órganos de los sentidos). El receptor transforma la energía que actúa sobre él, en un proceso nervioso que se transmite a través de los nervios aferentes o centrípetos, hasta los sectores corticales del cerebro, donde se producen las diferentes sensaciones: color, forma, tamaño, aroma, textura y sabor (Zuloaga 2017).

2.6.1 Propiedades organolépticas y los sentidos del ser humano.

La evaluación sensorial está dada por la integración de los valores particulares de cada uno de los atributos sensoriales de un alimento, estas son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído.

- **El sabor y el sentido de gusto.**

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos. El gusto se define como las sensaciones percibidas por los receptores de la boca, específicamente concentrados en la lengua, aunque también se presentan en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta (Espinosa 2007).

- **El olor y el sentido del olfato.**

El olor desempeña un papel muy importante en la evaluación sensorial de los alimentos, sin embargo, su identificación y las fuentes de las que provienen son

muy complejas. El olor de los alimentos se origina por las sustancias volátiles que cuando se desprenden de ellos pasan por las ventanas de la nariz y son percibidos por los receptores olfatorios, mientras que el aroma es la detección que se origina después de haberse puesto en contacto el alimento en la boca, o sea que el aire en el caso del aroma no es el medio de transmisión de la sustancia, sino la membrana mucosa del paladar (Espinosa 2007).

- **El color y el sentido de la vista.**

La importancia del color en la evaluación sensorial se debe fundamentalmente a la asociación que el consumidor realiza entre este y otras propiedades de los alimentos, por ejemplo, el color rojo se asocia al sabor fresa, el verde a la menta, etc., demostrándose además que en ocasiones sólo por la apariencia y color del alimento un consumidor puede aceptarlo o rechazarlo. La evaluación del color en los alimentos es de vital importancia, tan es así que, en la mayoría de las evaluaciones de un producto, el consumidor asocia el sabor de este con un color determinado (Espinosa 2007)

- **La textura y su relación con los sentidos.**

Se define como un conjunto de propiedades físicas que dependen de la estructura tanto macroscópica como microscópica del alimento y que puede ser percibida por medio de receptores táctiles de la piel y los músculos bucales, así como también a través de los receptores químicos del gusto y los receptores de la vista (Szczeniak 1998). La textura no puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado; es decir, por medio del tacto podemos detectar si el alimento está duro o blando al hacer presión sobre él (Zenteno 2014)

2.7 MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PROTEÍNAS

Las proteínas son polímeros de aminoácidos (hay 20 distintos) unidos por enlaces peptídicos. Una proteína puede contener varios cientos o miles de aminoácidos y la disposición o secuencia de estos aminoácidos determina la estructura y la función de las diferentes proteínas. Para juzgar la utilidad de las proteínas de los alimentos para mantener y reparar los tejidos y para llevar a

cabo los procesos de crecimiento y formación de estructuras corporales se utiliza el término de "calidad de la proteína" que está determinado por la composición de los aminoácidos esenciales, la digestibilidad y el requerimiento de aminoácidos de la especie que consume la proteína. La calidad de la proteína se estima utilizando diversas medidas experimentales, tales como los métodos biológicos y químicos (Carbajal 2018).

2.7.1 Métodos biológicos.

a. Digestibilidad (D)

La digestibilidad es el parámetro que mide la capacidad de una especie para digerir y aprovechar un nutriente como es la proteína, por lo que será, el porcentaje retenido y utilizado por el organismo (Valbuena *et al.* 2012).

Durante los procesos de digestión y absorción, diferentes factores afectan la capacidad de las enzimas para digerir los alimentos; estos factores limitan la absorción de los nutrientes; en otras palabras, no toda la proteína ingerida es absorbida. A diferencia de los carbohidratos y las grasas, las proteínas contienen nitrógeno (N) y para identificar el porcentaje de N que es absorbido por el organismo, se procede a cuantificar el nitrógeno total menos aquellos que se eliminan por la orina y la heces, es decir la digestibilidad. El contenido en nitrógeno en las heces representa la cantidad no absorbida, es decir la proporción de proteínas que por sus características físicas o propiedades químicas resistieron el ataque de las enzimas proteolíticas; parte de estas pérdidas fecales representan las pérdidas obligatorias de nitrógeno que proviene de las secreciones endógenas. La digestibilidad será igual a 100 cuando el nitrógeno ingerido sea totalmente absorbido. La digestibilidad de la proteína animal es superior a la de origen vegetal. (Suarez *et al.* 2006). La digestibilidad verdadera de la leche es 95 por ciento mientras que la del frijol es de 78 por ciento y del trigo de 86 por ciento (Olivera *et al.* 2012).

Areas *et al.* (2016) mencionan que el valor nutricional de la proteína depende de la digestibilidad y la disponibilidad de aminoácidos esenciales. La digestibilidad se considera el determinante más importante de la cantidad de las proteínas en

adultos. El valor nutricional de las proteínas vegetales suele mejorarse gracias a las condiciones de cocción por extrusión dándose así en el producto un aumento en la digestibilidad.

b. Valor biológico (VB)

El valor biológico es la medida de la absorción y síntesis en el cuerpo de la proteína procedente de la ingesta de alimentos. Las proteínas son la mayor fuente de nitrógeno en el cuerpo. Este método utiliza la técnica de balance de nitrógeno para determinar la cantidad de nitrógeno absorbido que es retenido en el cuerpo para reparaciones y mantenimiento. El retenido se ha fijado en la síntesis de proteínas, el absorbido es el ingerido menos el eliminado por las heces. El "valor biológico de la proteína" (VB) se define como la proporción de la proteína absorbida que es retenida y, por tanto, utilizada por el organismo y principalmente de los aminoácidos (AA) esenciales; conocida ésta, se puede predecir su comportamiento en el organismo comparando con un patrón (Suárez *et al.* 2006).

c. Utilización neta de las proteínas (NPU).

Otro parámetro habitualmente utilizado es el denominado "coeficiente de utilización neta de la proteína" (NPU) que, a diferencia del anterior, sí tiene en cuenta la digestibilidad de la proteína, es decir, mide la proporción de la proteína consumida que es utilizada (Carbajal 2018).

El valor de utilización proteica (NPU) se obtiene de la siguiente fórmula (Curi 2006).

$$\text{NPU} = \frac{\text{Nitrógeno retenido}}{\text{Nitrógeno ingerido}} \times 100 \quad \text{ó} \quad \text{NPU} = \frac{\text{B} - \text{BK} + \text{NIk}}{\text{NI}} \times 100$$

Donde:

B = Nitrógeno en carcasa del grupo alimentado con dieta experimental

Bk = Nitrógeno en carcasa del grupo alimentado con dieta aprotéica

NI = Nitrógeno ingerido por el grupo alimentado con dieta experimental

NIk = Nitrógeno ingerido por el grupo alimentado con dieta aprotéica

2.7.2 Métodos químicos

a. Computo o score químico de aminoácidos

Es la comparación del contenido de los aminoácidos esenciales que presenta un alimento con el contenido de aminoácidos esenciales de una proteína considerada patrón. El aminoácido que presente el menor valor comparativo es denominado aminoácido limitante y define la calidad de la proteína. Durante muchos años se utilizó como proteína patrón la proteína del huevo. En la actualidad, se utilizan las necesidades de aminoácidos de la población según edades (Suárez *et al.*2006).

La FAO (2017) reporta que el patrón de aminoácidos propuestos en 1985 (FAO/WHO/UNU) para los niños en edad escolar era el más aconsejable para su utilización en la evaluación de la calidad de las proteínas en las dietas para todos los grupos de edad, excepto lactantes. En 2017 propone el patrón de aminoácidos que se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Patrón de requerimiento de aminoácidos esenciales para niños de 3 a 10 años*

Aminoácidos	Fao/WHO/UNU mg/g de proteína	FAO (2017)* mg/g de proteína
Lisina	58	48
Triptofano	11	7
Treonina	34	25
Valina	35	40
Metionina + cistina	25	23
Isoleucina	28	30
Leucina	66	61
Fenilalanina + tirosina	63	41
Histidina	-	16

Fuente: FAO (1981) y FAO (2017)

b. Puntuación (score) de aminoácidos corregido por la digestibilidad (PDCAAS)

El PDCAAS compara el perfil de aminoácidos de una proteína en estudio con las necesidades del niño mayor a un año que representan los requerimientos más exigentes de los diferentes grupos por edades; esto es que, al score químico se multiplica por la digestibilidad de la proteína para una mejor precisión en la evaluación de la calidad de la proteína (Suarez *et al.* 2006).

Suarez *et al.* (2006) indica que, los factores usados en el cálculo del PDCAAS son:

- Contenido de aminoácidos de una proteína alimentaria.
- Digestibilidad
- Capacidad para suministrar aminoácidos imprescindibles en cantidad suficiente para cubrir los requerimientos de los seres humanos.

El contenido de aminoácidos usado como estándar para el PDCAAS está basado en los requerimientos según edades, como por ejemplo de los preescolares de 5 a 10 años. El valor como score químico debe alcanzar a 1 o mayor a 1. Esta puntuación significa que tras su digestión, la unidad de proteína proporciona el 100 por ciento o más de los aminoácidos indispensables requeridos para un escolar de 5 a 10 años. Cualquier aminoácido que exceda los requerimientos para construir y reparar los tejidos no se usará para síntesis de las proteínas, sino que será eliminado del organismo (Suarez *et al.* 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

Esta investigación se desarrolló en el Laboratorio de Procesos de Recursos Hidrobiológicos de la Facultad de Pesquería de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), la planta de extruidos de la empresa CERECROK'S y el Laboratorio de Evaluación Nutricional de la Facultad de Zootecnia de la UNALM. Las pruebas de aceptabilidad de la barra alimenticia de cereales y granos andinos con concentrado proteico de pota se realizaron en el distrito de Caca. Provincia de Yauyos – Lima, con niños de 5 a 12 años.

3.2 INSUMOS

El concentrado proteico de pota (CPPo) fue elaborado en el laboratorio de Procesos de Recursos Hidrobiológicos de la Facultad de Pesquería. Las harinas de quinua, kiwicha y alverja fueron adquiridas en la empresa Kumara Food (distribuidor de insumos para alimentos). El gritz de maíz fue adquirido en la empresa Brenntag Food & Nutrition. Se utilizó harina de coco NUTRISA, azúcar rubia Casa Grande y la glucosa adquirida en la empresa Frutarom Perú S.A.

3.3 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.3.1 Materiales

- Material de vidrio: Matraces Erlenmeyer con tapa esmerilada, probetas, vasos de precipitados, placas Petri, pipetas volumétricas graduadas de 1, 5 y 10 ml, fiolas de 100 ml, campana desecadora, embudos de separación, frascos de vidrio de 250 ml con tapa, microbureta de 10 ml, vasos de vidrio de 50, 100, 200, 250 y 500 ml.
- Materiales de cocina; cucharas de acero, olla de acero, moldes de acero, bandejas de acero.

- Crisoles.
- Materiales de plástico: baldes, tinas, jarras y pizetas.
- Envases laminados (polietileno – aluminio).

3.3.2 Equipos

- Secador con bandejas de malla de acero inoxidable. Naturalia (Perú)
- Molino de disco Naturalia (Perú)
- Extrusor de tornillo simple Seminario (Perú)
- Mezclador amasador en espiral de acero inoxidable NOVA (Perú)
- Cocina industrial a gas Indurama (Perú).
- Centrífuga Hettich Zentrifugen-Mikro 220R Rotofix 32 (Alemania)
- Equipo de análisis de proteína, modelo DK6; destilador Velp Scientific, modelo: VOK127 (U.S.A.)
- Mufla Navertherm (Alemania)
- Estufa Memmert, modelo: TV40V (Alemania)
- Balanza analítica Sartorius TE 214S (Alemania)
- Balanza digital Excell, modelo: L-PCR
- Termómetro digital con sonda
- Selladora de plástico Sanwin modelo SF 300.
- Equipo HPLC VWR HITSCHI Chromaster. 5430 diodo detector

3.3.3 Reactivos

- Ácido sulfúrico p.a. 98 - 99 % pureza (Fermont, México)
- Hidróxido de sodio (J.T. Baker, USA)
- Acido oxálico (J.T. Baker, USA)
- Almidón (C₆H₁₀O₅)_n (Riedel, USA)
- Tiosulfato de sodio (Na₂S₂O₃) (Merck, Alemania)
- Yoduro de potasio (KI) (Riedel, USA)
- Ácido acético glacial (Fermont, México)
- Sulfato de potasio (Merck, Alemania)
- Sulfato de cobre Penta hidratado

- Catalizador (mezcla de K_2SO_4 + $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 9:1 y una pequeña cantidad de selenio)

3.4 MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.4.1 Análisis físicos

Los análisis físicos se determinaron en las muestras extruidas. El **Índice de Expansión (IE)** se obtuvo dividiendo el diámetro del extruido entre el diámetro de salida del fluido extruido (Philipp *et al.* 2017), para el estudio fue de 1/8 pulgada o 3.1 mm, y el diámetro del producto extruido después de la expansión. El **Índice de Absorción de Agua (IAA)**, se aplicó el método descrito por Castañeda y Ordinola (2018) según el siguiente procedimiento: en un tubo de centrífuga se colocó 1 g de extruido con 30 ml de agua destilada, se dejó reposar por 30 minutos a temperatura 30 °C) y se centrifugó durante 10 min a 3000 rpm. El IAA fue el valor del peso del gel obtenido después de la eliminación del sobrenadante por unidad de peso de sólidos secos originales. El **Índice de Gelatinización (IG)**, se utilizó el método validado por La Molina Calidad Total: LMCTL-006 A 2001.

3.4.2 Análisis químico proximal

Los análisis de composición químico proximal se realizó en los insumos, en las mezclas extruidas y en las barras alimenticias, según los procedimientos de la Association of Official Analytical Chemistry (AOAC 2005). Los ensayos fueron realizados por triplicado.

3.4.3 Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico se realizó siguiendo los procedimientos exigidos por la RM 591/ 2008/MINSA (MINSA 2008) Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, dentro del cual se especifica los “Criterios microbiológicos para productos instantáneos extruidos o expandidos proteinizados o no y hojuelas a base de granos que no requieren cocción”, los cuales fueron:

- Número de Aerobios mesófilos (UFC/g)
- Número de mohos (UFC/g)
- Coliformes (NMP/g)
- Numero de *Bacillus cereus* (UFC/g)
- Detección de *Salmonella* en 25 g

3.4.4 Análisis sensorial

En las muestras extruidas se realizaron las siguientes pruebas:

a. Evaluación de insumos

La evaluación sensorial del CPPo se realizó según la Tabla de Análisis Sensorial reportada por Lazo (2006), (Anexo 1). Para las harinas de quinua, kiwicha y arveja, los gritz de maíz, el arroz partido y la leche en polvo, se solicitó al proveedor el certificado de calidad, además se realizó una inspección visual rápida de los siguientes factores: hermeticidad del empaque y color del producto.

b. Prueba de preferencia

Esta prueba se realizó en los productos extruidos y en las barras alimenticias con las formulaciones propuestas en la primera y la segunda etapa experimental. En la primera etapa, las 4 formulaciones extruidas, fueron codificadas y presentadas en vasos descartables de poliestireno, se colocaron 5 gramos de producto en cada uno de ellos , además se colocaron 04 cucharitas de plástico por cada grupo conformada por las 4 formulaciones y un vaso con agua mineral. Para esta prueba se aplicó el test de valoración de calidad adaptado para un snack extruido con escala de Karlsruhe (Witting 1981) (Anexo 2), donde el panelista debe calificar entre 1 y 9 las características del producto extruido con respecto al color, apariencia, olor, sabor y textura (crocantes); el panel estuvo conformado por 18 degustadores, todos ellos, estudiantes de Pesquería de la UNALM. El Formato para Test de valoración de calidad se muestra en el Anexo 3.

En el caso de las barras alimenticias, se utilizó la escala hedónica facial mixta (cinco expresiones) (Figura 4), en donde el o la panelista debía marcar la carita que coincidía con la característica que él o ella percibía en el producto, se utilizó un panel de 60 niños entre 5 a 12 años. Se utilizaron barras alimenticias que contenía 4, 6 y 8 por ciento CPPo, se consideró una barra de cada concentración de CPPo por panelista y las características para evaluar fueron: apariencia general, crocantes y sabor. Antes de iniciar la prueba se le explicó a los niños en qué consistía cada una de las características a evaluar. Por ejemplo que tan crujiente era a la mordida del producto para calificar la crocantes.

c. Prueba de aceptabilidad

Para esta prueba, se utilizó la barra alimenticia de mejor preferencia definida mediante la prueba anterior. Los participantes fueron niños de 5 a 12 años de edad, estudiantes de la Escuela primaria 20693 del distrito de Caca, provincia de Yauyos – Lima. El producto presentado fue una barra alimenticia de 15 g. empacada en una bolsa laminada con aluminio. Para realizar esta prueba se utilizó un formato con la escala hedónica facial de cinco puntos que representan los niveles de satisfacción de las barras (Da Cunha *et al.* 2013). Los niveles considerados fueron: odié, no me gustó, indiferente, me gustó y me encantó (Figura 4). Los niños llenaron el formato, indicando el grado que les gustó o les disgustó la barra alimenticia.



Figura 4: Escala hedónica facial.

Fuente: Da Cunha *et al.* (2013)

3.4.5 Evaluación biológica.

La evaluación de la digestibilidad verdadera y del valor biológico de la barra alimenticia se realizó en el Laboratorio de Evaluación de Alimentos de la Facultad de Zootecnia.

a. Digestibilidad verdadera (DV)

Para la prueba se utilizaron 6 ratas machos Holtzman albina de 21 días de edad, distribuidas en 6 jaulas metabólicas de acero inoxidable, cada jaula contó con bebederos de vidrio y comederos de 15 g de capacidad, contó con un sistema que permite colectar las heces y la orina por separado. La prueba duró 06 días. Se registró el peso y el consumo de alimento diario y en forma individual, así como la excreción de heces y orina, que se colectaron en un tubo de vidrio (Figura 5) Se determinó la cantidad de nitrógeno, por el método Kjeldhal, 984.13 AOAC (2005), para después utilizar la siguiente fórmula:

$$DV = \frac{NI - NF}{NI} \times 100$$

VB

Dónde:

NI = Nitrógeno ingerido por el grupo de animales alimentados con la dieta proteica.

NF = Nitrógeno excretado en heces del grupo de animales alimentados con dieta proteica.

VB = Valor biológico.

b. Valor Biológico (VB)

Para determinar el valor biológico de la ración se utilizaron los mismos registros tomados de la digestibilidad verdadera, se incluyó el nitrógeno excretado por la orina y heces; la fórmula utilizada fue:

$$VB = \frac{NI - (NF - NFK) - (UN - NUK) \times 100}{NI - (NF - NFK)}$$

Dónde:

NI = Nitrógeno ingerido por el grupo de animales alimentados con la dieta proteica.

NF = Nitrógeno excretado en heces del grupo de animales alimentados con dieta proteica.

UN = Nitrógeno excretado en orina del grupo de animales alimentados con dieta proteica.

NFK = Nitrógeno excretado en heces del grupo de animales alimentados con dieta aprotéica.

NUK = Nitrógeno excretado en orina del grupo de animales alimentados con dieta aprotéica.



Figura 5: Sistema para obtener los datos y determinar DV y VB

c. Cómputo de aminoácido

Para determinar el contenido de aminoácidos de la proteína presente en la barra alimenticia se utilizó el método de la AOAC. 978.04 Cap. 3. Pág. 28. 21 St Edition 2019.

3.4.6 Análisis estadístico

Se aplicaron a los resultados de las pruebas de valoración de preferencia a las formulaciones extruidas de los ensayos experimentales. Para las muestras extruidas se aplicó un ANOVA, con un nivel de significancia del 5 por ciento, para evaluar las características de: color, apariencia, olor, sabor y textura (crocantes). Al hallar diferencia estadística entre las muestras se procedió con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, también llamada prueba de diferencia significativa honesta de Tukey (HSD), La prueba compara todos los posibles pares de medias.

En las barras alimenticias, los resultados del formato de escala hedónica facial mixta, donde cada evaluador probó una barra con un solo porcentaje de concentrado de CPPo, la prueba estadística aplicada fue Kruskal-Wallis. El procesamiento de datos se hizo con ayuda del programa estadístico Info Stat 08 (Surco y Alvarado 2011).

3.5 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La elaboración de las barras alimenticias se realizó en dos etapas, en la primera se evaluaron cuatro mezclas para obtener el producto extruido utilizando griz de maíz, arroz molido, harinas de quinua, kiwicha y alverja, leche en polvo y concentrado de proteína de pota (CPPo). Las formulaciones utilizadas fueron planteadas considerando como mínimo 12 por ciento de proteína y que su cómputo o score químico no muestre ningún aminoácido esencial limitante. En la Tabla 7 se muestra las 4 formulaciones sometidas al proceso de extrusión.

Tabla 7: Formulaciones experimentales porcentuales sometidas al proceso de extrusión

Muestras	Gritz de maíz	CPPO	Harina de quinua	Harina de kiwicha	Harina de alverja	Arroz molido	Leche en polvo	Proteína total
F1	60	4	20	0	10	6	0	12.9
F2	60	4	0	15	0	18.5	2.5	14.5
F3	60	4	0	15	5	16	0	13.2
F4	60	4	0	15	0	21	0	12.5

Se seleccionó la formulación que presentó las mejores características de extrusión y preferencia.

En las formulaciones experimentales se utilizó 4 por ciento de CPPo, por recomendación de Osorio (2009), quien menciona que demasiado CPPo resulta un producto extruido muy compacto y duro para el paladar. La cantidad de griz de maíz fue 60 por ciento, en todas las formulaciones según recomendación de Harper (1981); el maíz es el más utilizado para extrusión por sus propiedades de expansión; por ello, se utilizó Gritz de maíz como el ingrediente mayoritario. La inclusión de leche en polvo (F₂) fue para mejorar el contenido de aminoácidos y evaluar el sabor de la muestra extruida; la limitación de su uso es el mayor costo.

La Figura 6 muestra el flujo general utilizado para elaborar un producto extruido a base de cereales, leguminosas, leche en polvo y CPPo. El flujo general fue elaborado en base a las recomendaciones reportadas por Maskan y Altan (2012) para la producción de cereales expandidos para desayuno.

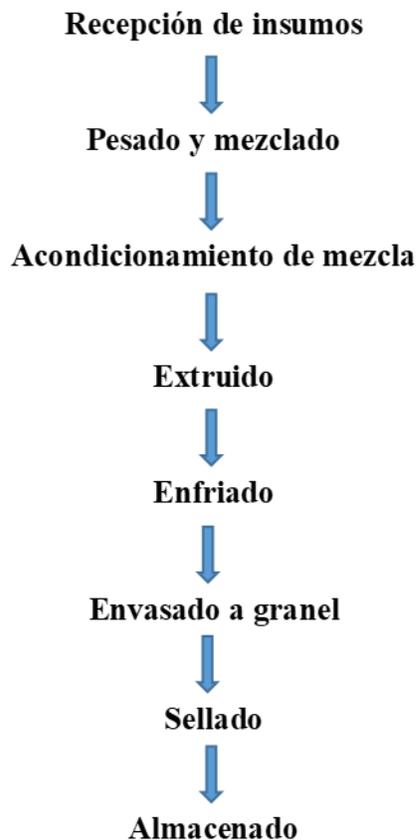


Figura 6: Flujo general para la elaboración de un producto extruido

La extrusión se realizó en un extrusor de un tornillo a una velocidad de 160 rpm, una temperatura interna de 140 °C y un formato de salida de 1/8 pulg o 3.1mm.

Para la primera etapa: La materia prima fue adquirida de acuerdo al ítem 3.2 ; el acondicionamiento de las formulaciones consistió en homogenizar la humedad a 12.5 por ciento; el enfriado se realizó en medio ambiente (temperatura 20 – 25°C) y el almacenamiento en lugar seco y ventilado.

En la segunda etapa se utilizó la formulación seleccionada en la primera etapa y se le adicionó mayor cantidad de CPPo para elevar su contenido de proteína, se elaboraron las barras alimenticias con cada una de ellas, según el siguiente flujo (Figura 7).

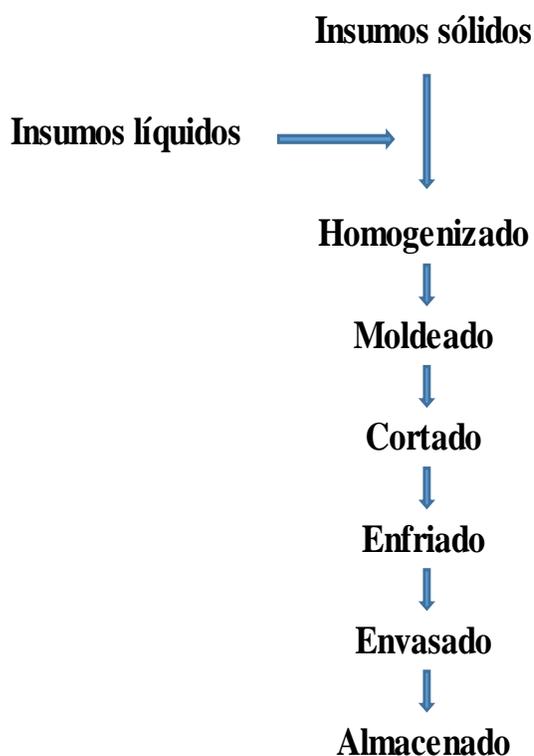


Figura 7: Flujo para obtener una barra alimenticia

Una breve descripción del flujo es la siguiente:

Insumos

- Insumos sólidos

Producto extruido elaborado con cereales y grano andino con CPP y leche en polvo. Se utilizaron tres formulaciones para elaborar la barra alimenticia y se agregó coco rallado como saborizante.

- Insumos líquidos

Para formar una barra alimenticia crocante se utilizó como líquido aglomerante una mezcla de azúcar rubia y glucosa. La proporción de los insumos sólidos y líquidos para elaborar la barra alimenticia fue 38 por ciento de mezcla líquida y 62 por ciento de sólidos, según reporte de Jaramillo (2013).

Homogenizado y moldeado

Antes del homogenizado, en un recipiente de acero se agregó azúcar rubia y glucosa y se calentó hasta 124 °C. Posteriormente los insumos sólidos y líquidos fueron mezclados y homogenizados y vertidas en un molde de 1.5 cm de espesor 20 cm de ancho y 25 cm de largo para formar una estructura homogénea.

Cortado

Se realizaron cortes en unidades uniformes de 8 cm de largo por 5 de ancho y 1.5 de espesor con peso aproximado de 15 g.

Enfriado

El molde con la mezcla homogénea fue enfriada al medio ambiente (18 - 20 °C) por una hora o hasta formar una estructura sólida y crocante.

Envasado

Las barras fueron envasadas en bolsas laminadas con aluminio y posteriormente selladas.

El diseño experimental para elaborar las barras alimenticias se muestra en la Figura 8.

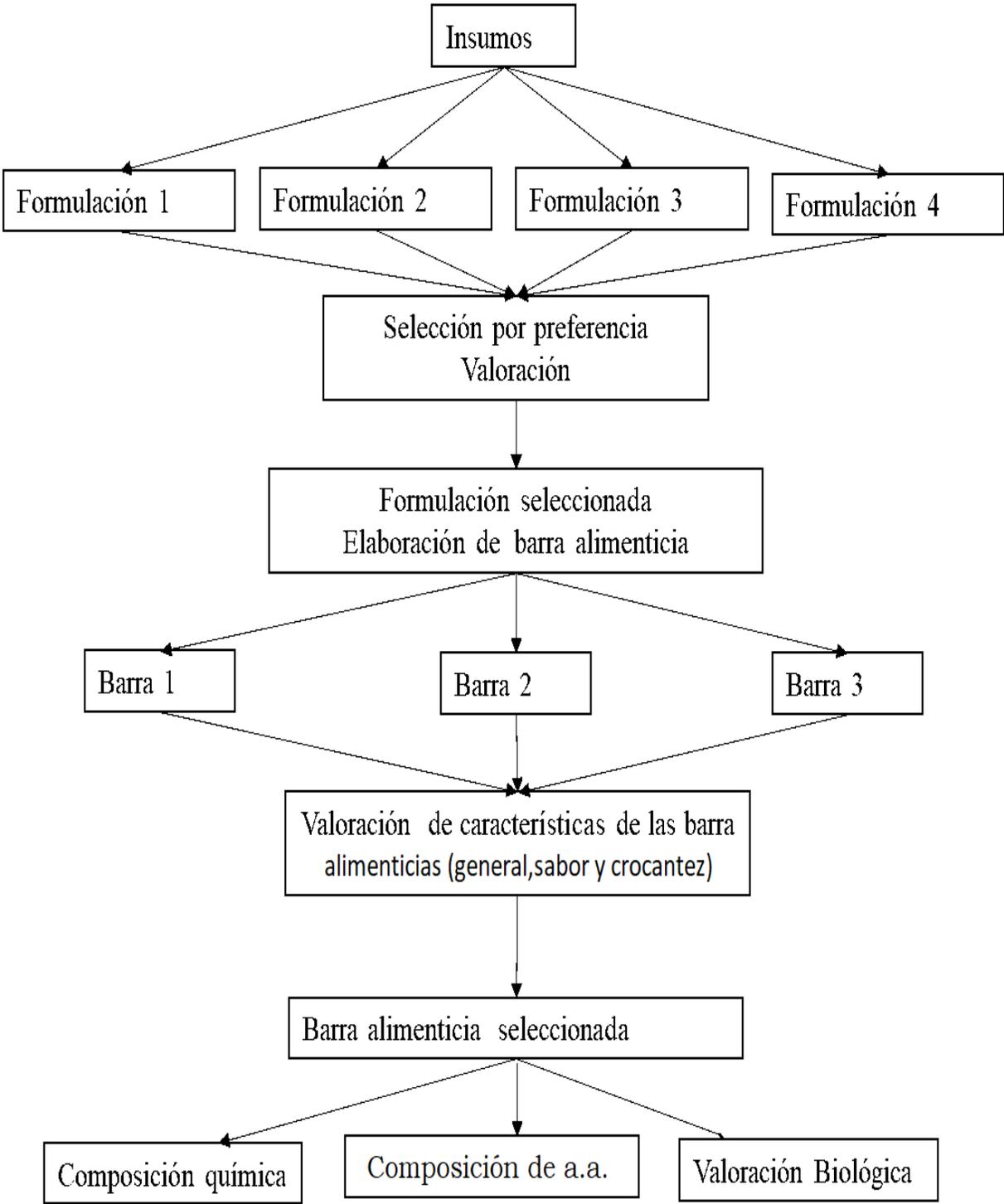


Figura 8: Diagrama experimental para la elaboración de la barra alimenticia decereales andinos con concentrado proteico de pota (*Docidicus gigas*)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 INSUMOS

4.1.1 Evaluación sensorial del concentrado proteico de pota (CPPo)

Los resultados de la evaluación sensorial del concentrado proteico de pota (Anexo 1) se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8: Resultados de la evaluación sensorial del concentrado proteico de pota

Características	Puntaje	Característica
Color	3	Blanco lechoso
Olor	3	Agradable y suave, ligero olor a pota
Sabor	3	Agradable y neutro, sin sabor a pota
Textura	3	Suave al tacto y pulverulenta
Puntaje acumulado	12	

La calificación del concentrado proteico de pota (12 puntos) corresponde a un producto bueno, adecuado para su consumo, según recomendaciones de Roldan y Lazo (2009a). El CPPo presentó una coloración blanco-crema, debido a un proceso de deshidratación adecuado y controlado ($< 70^{\circ} \text{C}$) que permitió durante la molienda uniformizar esta coloración en el producto (CPPo).

Respecto al sabor, el CPPo fue descrito como sabor neutro; esta característica sería atribuida a la reducción de los compuestos nitrogenados no proteicos presentes en el músculo de pota por acción de la cocción y de los sucesivos lavados durante el proceso de elaboración. Al respecto, Carriozza (2000) y Yamanaka *et al.* (1995), citados por Maza *et al.* (2007), indican que el sabor desagradable del músculo de pota está relacionado con

la presencia de componentes hidrosolubles, constituidos por altas concentraciones de elementos nitrogenados no proteicos, incluyendo principalmente el cloruro de amonio, además de trimetilamina, péptidos y aminoácidos, los cuales producen un sabor ácido amargo que limita el consumo directo y la comercialización del producto. El concentrado proteico de pota utilizado, de acuerdo a sus características sensoriales, puede ser calificado como concentrado de proteína tipo B (concentrado sin desgrasar), según la clasificación reportada por Madrid *et al.* (1994).

4.1.2 Composición química proximal de los insumos

La composición química proximal de los insumos utilizados en la elaboración del producto extruido se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9: Composición química proximal de los insumos utilizados en las formulaciones experimentales (g/100 g de muestra)

Componente	CPPo	Gritz de maíz	Harina de quinua	Harina de kiwicha	Harina de alverja	Arroz molido	Leche polvo
Proteína bruta	86.1±0.3	8.3±0.4	9.1±0.2	15.8±0.1	21.6±0.4	8.2±0.3	26.4±0.3
Grasa cruda	5.8±0.2	1.2±0.1	2.6±0.2	7.1±0.1	1.1±0.1	0.5±0.1	25.2±0.3
Cenizas	1.7±0.2	3.2±0.3	2.5±0.3	2.4±0.2	2.8±0.1	0.4±0.3	6.1±0.3
Humedad	5.9±0.4	13.3±0.3	13.7±0.4	12.0±0.3	10.1±0.3	13.1±0.2	4.2±0.3
Carbohidratos	0.5±0.3	74.0±0.4	72.1±0.4	62.7±0.2	64.4±0.3	77.8±0.3	38.1±0.3

± Valor de rango en las muestras analizadas

Los resultados de la composición química proximal del griz de maíz, harinas de quinua, kiwicha y alverja, arroz molido y leche en polvo se encuentran dentro de los valores reportados por MINSA (2017). Los contenidos de proteínas, grasa y cenizas del CPPo fueron similares a los reportados por Roldán y Lazo (2009b), las pequeñas diferencias pueden ser atribuidas al proceso de producción, grado de frescura y cantidad de lípidos de la pota. En el CPPo destaca el alto contenido de proteína (86.1±0.3 por ciento), similar al encontrado por Roldán *et al.* (2021). Al respecto, Omote (2019) reporta en promedio 85.0 por ciento de proteína y 3.2 por ciento de grasa, correspondiendo el 44.2 por ciento al

contenido de ácidos grasos de tipo omega 3 (EPA y DHA). El contenido de proteína del CPPo es 3.18 veces superior al contenido promedio de proteína de la leche en polvo (26.4 por ciento). El alto contenido de proteína en el CPPo (86.1 ± 0.3 por ciento) sugiere que con el uso de pequeñas cantidades se podría satisfacer las necesidades de proteínas en la dieta diaria, y sería posible su uso como fuente de proteína animal en la formulación de un alimento enriquecido para consumo humano.

4.1.3 Análisis microbiológico del concentrado proteico de pota

Los resultados del análisis microbiológico realizado al CPPo se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Resultados del análisis microbiológico del CPPo

Análisis	Resultados	Limite /g*
Aerobio mesófilos UFC/g	<10 ufc/g	10^4
Coliformes–E.Coli. NMP/g	Ausencia	10
Mohos y levaduras UFC/g	<10 ufc/g	10^2
Salmonella	Ausencia	Ausencia en 25 g

*R.M. 591- 2008/MINSA. Productos hidrobiológicos deshidratados (concentrado proteico y otros de consumo humano).

Se puede observar (Tabla 10) que, los resultados del análisis microbiológico corresponden a un producto que cumple los estándares microbiológicos de la NTP 291 para CPPo del tipo B-concentrado sin desgrasar (Madrid *et al.* 1994), lo cual indica que durante el proceso de elaboración del CPPo se trabajó con adecuada limpieza e higiene.

Las otros insumos fueron adquiridas de proveedores que garantizaron su inocuidad mediante los respectivos registros sanitarios para su comercialización (Anexo 9 y 10), solo se realizó control de las fechas de caducidad en los envases de los insumos utilizados.

4.2. PARTE EXPERIMENTAL

4.2.1. Elaboración del producto extruido enriquecido con CPPo

En la Tabla 11 se presenta los resultados de los análisis de la composición química de las formulaciones utilizadas (Tabla 7) para el proceso de extrusión.

Tabla 11: Composición química proximal de las formulaciones sometidas al proceso de extrusión (g/100 g de muestra)

Componentes	Formulaciones			
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
Humedad	12.07±02	12.01±01	10.46±03	12.29±01
Proetína bruta	12.89±04	14.51±02	13.18±01	12.51±02
Grasa cruda	1.61±01	2.14±01	2.15±01	2.12±01
Ceniza	2.79±01	2.55±01	2.55±02	2.43±01
Carbohidratos	70.64±02	68.79±02	71.66±02	70.65±02
Calorías (Kcal/100g)	348.61	352.46	358.71	351.72

El contenido de proteína bruta en la mezcla F₂ (14.51±02 g/100g de muestra) fue mayor que en las otras formulaciones, ello se atribuye al aporte de las proteínas de la leche en polvo; el contenido de proteínas- de las otras mezclas (F₁, F₃ y F₄) fue relativamente similar, lo cual se podría atribuir al menor contenido de proteínas de los demás insumos utilizados, como es el caso del maíz entero, según Boyer y Shannon (1987 el contenido de proteínas está entre 8 a 11 por ciento, que en su mayor parte se encuentra en el germen; en el proceso de extruidos se utiliza griz de maíz, que es un insumo desgerminado, por lo tanto, bajo en proteínas 6.4 por ciento (Reza *et al.* 2011) y alto en almidón (72 a 73 por ciento), por lo que destaca el alto contenido de carbohidratos en todas las formulaciones .

Los cereales utilizados para obtener los extruidos, como el griz de maíz, son bajos en proteínas, deficientes en lisina (2.54mg/g de proteína) y triptófano (0.67mg/g de

proteína) (FAO 1981), por lo que la incorporación de las proteínas de pota en las formulaciones para extruir no solo incrementa el contenido de proteína en las formulaciones, sino que complementa con aminoácidos en su composición de los extruidos, pero afecta a las propiedades físicas, lo que confirma en los resultados obtenidos en los índices de expansión de 1.63, 1.55 y 1.36 al adicionar 4, 6 y 8 por ciento de CPPo respectivamente, coincidiendo con lo que afirma Maskan y Altan (2012) quienes indican que la incorporación de proteínas reduce el tamaño de la expansión del extruido.

La Tabla 12 muestra el contenido de aminoácidos esenciales de las formulaciones propuestas, elaboradas con los reportes de la composición de alimentos de la FAO/OMS/UNU (1985) y comparados con el patrón de los requerimientos de aminoácidos esenciales para niños de 3 a 10 años, reportado por FAO (2017).

Tabla 12: Contenido de aminoácidos esenciales de las formulaciones experimentales (mg/g proteína)

Aminoácidos	Formulaciones				PATRÓN*
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	
Isoleucina	45.32	44.37	44.21	44.16	30.00
Leucina	96.94	98.10	96.04	98.07	61.00
Meteonina + Cistina	40.38	37.93	36.82	38.16	23.00
Lisina	58.31	55.50	56.20	54.02	48.00
Fenilalanina+tirosina	80.47	78.31	76.52	77.24	41.00
Treonina	40.89	41.03	40.80	40.87	25.00
Triptofano	9.04	10.70	10.38	10.57	6.60
Valina	48.98	50.53	49.39	49.92	40.00
Histidina	22.10	20.28	20.05	20.01	16.00

*Requerimiento de aminoácidos en niños de 3 a 10 años (FAO. 2017)

Las cuatro formulaciones (F₁, F₂, F₃ y F₄) presentadas (Tabla 12) fueron consideradas adecuadas para realizar el proceso de extrusión bajo los siguientes parámetros: velocidad de tornillo (160 rpm), temperatura (140 °C) y un dado con salida de 1/8 de pulgada (3.1 mm) de diámetro. La humedad de las formulaciones utilizadas para extruir (11.46 – 12.29 por ciento) estuvo dentro del rango indicado por González *et al.* (2002), quienes mencionan que el material a extruir debe tener humedades que varíen entre 10 y 35 por ciento. Para las condiciones de trabajo del extrusor (160 rpm y 140°C) utilizado se ajustó la humedad a 12.5 ± 0.1 por ciento.

Las formulaciones extruidas (Figura 9) fueron evaluadas sensorialmente por 18 panelistas según los atributos de color, forma, olor, sabor y textura; se utilizó el Test de valoración de calidad con Escala de Karlsruhe (Witing, 1981) adaptada para un producto extruido de cereales, granos andinos y concentrado de proteína de pota con una escala de 9 puntos.

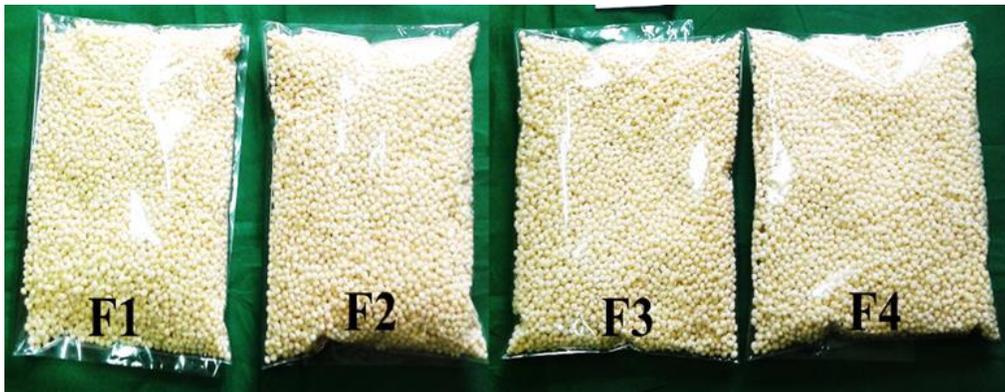


Figura 9: Muestras extruidas con las mezclas F₁, F₂, F₃, y F₄

Las formulaciones extruidas se muestran en la Figura 9; según los resultados de la evaluación sensorial, mediante el Test de valoración, el color de las cuatro muestras fue similar, presentaron un color beige claro; con respecto a la forma, la mejor valoración la alcanzó la formulación F₄, la cual se debería a que ésta presentó menor porcentaje de proteína (Tabla 7), pues según Maskan y Altan (2012), un mayor porcentaje de proteína influye negativamente en la expansión del extruido, además, indica que, la adición de proteínas disminuye el tamaño y forma de los productos extruidos. En cuanto al atributo de olor, la muestra F₃ tuvo ligeramente menor valoración,

posiblemente por la presencia de la harina de arveja. En relación al sabor, la muestra F₂ fue la de menor valoración, pero con un valor superior a 6. Las valoraciones de la textura en las 4 muestra fueron similares y mayores a 7, esto es, textura ni blanda ni dura menos crocante; al respecto Roldán *et al.* (2021), encontraron que con 4,63 por ciento de CPPo, el extruido elaborado con maíz, arroz, cebada y arveja presentó una textura levemente blanda y menos crocante.

Aplicando la prueba estadística de ANOVA (Anexo 4) para las cuatro formulaciones, se obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla 13, donde se aprecia que entre los atributos de color, forma, olor y textura no existe diferencia significativa entre las 4 formulaciones (F1, F2, F3 y F4); sin embargo en cuanto al sabor, el valor de p (0.02) es menor que el nivel de significancia propuesta, por lo que, por lo menos una de las muestras es diferente en sabor.

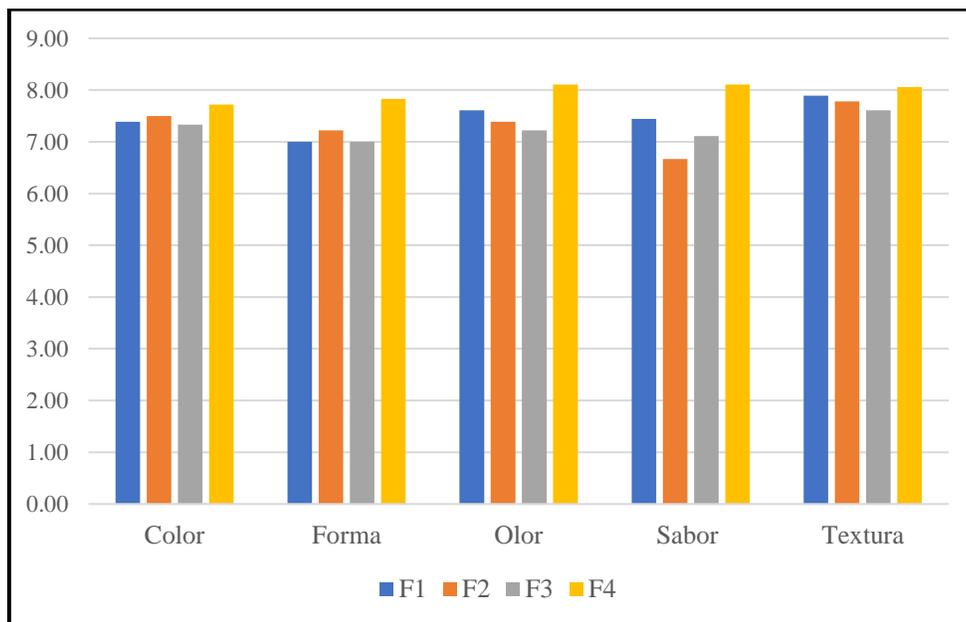


Figura 10: Nivel de valoración para las formulaciones extruidas según atributos

Tabla 13: Valor de probabilidad de atributos de las formulaciones extruidas

Atributos	Valor p
Color	0.87
Forma	0.08
Olor	0.30
Sabor	0.02
Textura	0.79
Nivel de significancia	0.05

Aplicando el Test HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey se obtiene un valor de 1.22, comparado con el valor absoluto de la diferencia de las medias de dos formulaciones (Anexo 6) se observa que existe diferencia entre las formulaciones F₄ y F₂ en cuanto al sabor, ya que el valor absoluto fue 1.44 superando al valor de HSD (1.22); entre las formulaciones F₁, F₂ y F₃ no se encontró diferencia significativa, por lo tanto son similares; este resultado y el mayor valor de la media de F₄ (Figura 10) indican que las calificaciones en el test de valoración de la Escala de Karlsruhe fueron mejores en la mezcla F₄, por lo que se selecciona esta formulación para la siguiente etapa del proceso.

La composición química proximal de los extruidos se muestra en la Tabla 14

Tabla 14: Composición química proximal de las formulaciones extruidas (g/100 g de muestra)

Componente	Formulaciones			
	F1	F2	F3	F4
Humedad	5.25±0.2	5.40±0.2	5.49±0.2	5.51±0.2
Proteína bruta	12.97±0.2	14.90±0.2	13.49±0.1	12.78±0.2
Grasa cruda	0.95±0.1	1.20±0.1	0.93±0.1	1.14±0.1
Ceniza	1.17±0.1	1.17±0.1	1.06±0.1	1.02±0.1
Carbohidratos	79.66±0.2	77.22±0.2	79.03±0.2	79.55±0.2
Calorías (Kcal/100g.)	374.32	378.52	377.52	378.44

Los resultados de la Tabla 14 muestran poca variación en los componentes de las cuatro formulaciones extruidas, se observa pequeñas variaciones en los contenidos de grasa cruda y humedad que pueden ser atribuidas al proceso de extrusión realizado; cabe destacar el contenido de humedad de la mezcla seleccionada para el proceso de la barra (F₄) fue de 12.29 por ciento y luego de la extrusión disminuye a 5.51, habiendo perdido durante el proceso de extrusión 6.78 por ciento como vapor de agua.

4.2.2 Elaboración de la barra alimenticia

Considerando la composición de la mezcla F₄ se formularon dos nuevas formulaciones con mayor adición de CPPo, con la finalidad de incrementar el aporte proteico del producto extruido, el que fue utilizado para la elaboración de la barra alimenticia; las formulaciones modificadas se presentan en la Tabla 15.

Tabla 15: Formulaciones modificadas con 4, 6 y 8 por ciento de concentrado de proteína de pota (g/100g de muestra)

Insumos	F ₄	F ₅	F ₆
Gritz de Maiz	60.0	60.0	60.0
Arroz molido	21.0	19.0	17.0
CPPo	4.0	6.0	8.0
Harina de Kiwicha	15.0	15.0	15.0

La composición química proximal de las formulaciones F₄, F₅ y F₆, se muestran en la Tabla 16.

Los resultados de la composición química proximal muestran una variación de proteína de 12.78±0.2 por ciento en la Formulación F₄ a 15.25±0.1 por ciento en la formulación F₆, variación atribuida al mayor contenido de CPPo. Las calorías de las tres formulaciones fueron similares a pesar de mayor contenido de proteínas. Las formulaciones modificadas fueron extruidas con una humedad corregida de 12.5± 0.1 por ciento y se mantuvo las condiciones de extrusión de la primera etapa.

Tabla 16: Composición química proximal de las formulaciones modificadas.
(g/100 g de muestra)

Componentes	Formulaciones modificadas		
	F ₄	F ₅	F ₆
Proteína bruta	12.78±0.2	14.29±0.2	15.25±0.3
Grasa cruda	1.14±0.1	1.20±0.1	1.18±0.2
Humedad	5.51±0.2	5.56±0.2	5.38±0.2
Ceniza	1.02±0.1	0.96±0.2	0.93±0.1
Carbohidratos	79.55±0.2	77.99±0.2	77.26±0.2
Energía calórica.	378.44	378.72	379.48

Los resultados del Índice de Expansión (IE) y la determinación del Índice de Absorción de Agua (IAA) de las muestras extruidas con tres niveles de CPPo (F₄, F₅ y F₆), se reportan en la Tabla 17.

Tabla 17: Índice de expansión e Índice de absorción de agua de las formulaciones extruidas

Muestras	Humedad de la mezcla (por ciento)	Temperatura de extrusión (°C)	IE	IAA
F ₄	12.56±0.12	140	1.58±0.50	5.76±0.56
F ₅	12.56±0.15	140	1.51±0.35	4.92±0.47
F ₆	12.56±0.11	140	1.32±0.34	4.84±0.52

Los valores del Índice de expansión (IE) de las formulaciones F₄, F₅ y F₆ estuvieron entre 1.32±0,34 y 1.58±0,50, valores menores a los reportados por Perez *et al.* (2006) para una mezcla de 75 por ciento de maíz y 25 por ciento de frejol que presentó un IE de 1.61 y para extruido con 100 por ciento de maíz 1.7; el valor del IE más elevado que se obtuvo fue 1.58±0,50 correspondiente a la formulación compuesto por maíz, arroz y kiwicha en un 96 por ciento y 4 por ciento de CPPo, insumo muy bajo en carbohidratos (0.3 por ciento) pero alto en proteína (86.1 por ciento). Al incrementarse el porcentaje de CPPo en las muestras F₅ (6 por ciento) y F₆ (8 por ciento), y disminuir el porcentaje de arroz (Tabla 15), el IE va disminuyendo (la Tabla 17) debido al

incremento de proteínas y disminución del porcentaje de arroz, lo que implicaría un menor contenido de almidón, principal componente en los cereales; según Peksa *et al.* (2016) el almidón es responsable de las propiedades fisicoquímicas de los productos extruidos como el índice de absorción de agua y el índice de expansión, por lo que un incremento de CPPo en la mezcla significa incremento de proteínas a extruir y, considerando que las proteínas son menos viscoelásticas que el almidón, resulta un producto con menor expansión (Riaz y Rokey 2012); Otra razón por la que disminuye la expansión del extruido según Pérez *et al.* (2017), es que las proteínas compiten por el agua con el almidón, lo que retarda la gelatinización del almidón, manifestándose como un producto extruido de menor expansión. También Maskan y Altan (2012), indican que la expansión disminuye a medida que aumenta la proteína animal en una mezcla con harina de papa para extruir, debido al menor tamaño y número de células de aire en el extruido e incrementa la densidad; por toda estas razones el incremento de CPPo disminuye el IE.

Con respecto del índice de absorción de agua (IAA), los resultados fueron 5.76, 4.92 y 4.84 para 4, 6 y 8 por ciento de CPPo respectivamente (Tabla 17), los cuales indican la cantidad de agua que absorbe cada gramo de producto extruido (g de agua / g de extruido); estos valores son ligeramente mayores al reportado por Castañeda y Ordinola (2018) quienes obtienen un IAA de 4.31 y 3.05 g de agua /gramos producto extruido de harina de maíz y trigo fortalecidos con 4 y 6 por ciento de CPPo respectivamente. En ambos casos se observa la disminución del IAA a medida que se incrementa la proteína de pota; al respecto Maskan y Altan (2012), mencionan que por cocción durante la extrusión la proteína se desnaturaliza reduciendo el número de amino polares disponible para fijar agua; asimismo, Peksa *et al.* (2016) consideran que el número de grupos hidroxilo disponibles para formar enlaces puente de hidrógeno con agua depende de la gelatinización; en las pruebas, al incrementar el porcentaje de proteínas se disminuye la cantidad de almidón, por lo que, la cantidad de almidón gelatinizado sería menor, influyendo en los valores de IAA.

Las tres muestras extruidas (F₄, F₅ y F₆) fueron utilizadas para elaborar las barras alimenticias. En la formulación de las barras se utilizó 57.5 por ciento de muestra extruida, 27,50 por ciento de azúcar rubia, 10,0 por ciento de glucosa y 5,0 por ciento de

coco rallado. En la Figura 11 se presentan imágenes de las barras alimenticias con extruido de cereales, granos andinos y CPPo, objetivamente se aprecia la forma de la barra y el tamaño de las unidades del extruido.



Figura 11: Barras alimenticias elaboradas con extruido de cereales y CPPo

Aplicando la prueba estadística de Kruskal-Wallis (Anexo 6) y Figura 12 en la prueba de preferencia (apariciencia general, crocantes y sabor), y comparando entre pares, se puede observar que existe diferencia entre las formulaciones F₄ (4 por ciento de CPPo) y F₆ (8 por ciento) en cuanto a apariciencia general, mientras que la formulación F₅ (6 por ciento) no presenta diferencia significativa con F₄ y F₆; con respecto a la crocantes, las tres formulaciones son similares lo que indica que p es mayor a 0.05; y en cuanto al sabor, existen diferencias entre las formulaciones F₆ (8 por ciento de CPPo) con respecto F₄ y F₅ (4 y 6 por ciento de CPPo respectivamente), siendo la formulación F₄ y F₅ las que presentaron el mejor sabor (Figura 13).

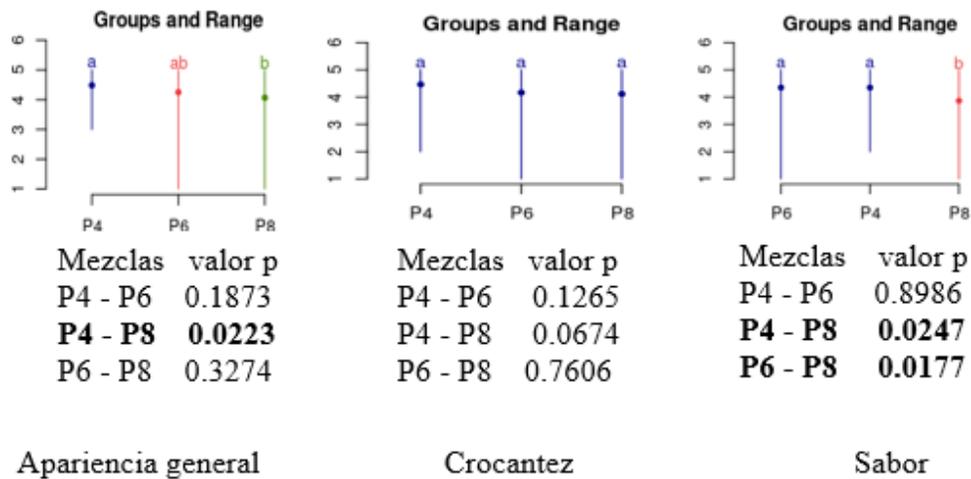


Figura 12: Preferencia por atributos aplicando la prueba estadística de Kruskal-Wallis

Nota. P₄ (4 por ciento de CPPo), P₆ (6 por ciento) y P₈ (8 por ciento)

Considerando la calificación de las barras alimenticias (Figura 13) de “me gustó” y “me encantó”, la muestra F₆ (8 por ciento de CPPo) obtuvo una menor calificación de preferencia que las muestras F₄ y F₅ (Figura 13), siendo los aspectos más resaltantes el sabor, y que estadísticamente existe diferencia significativa (Figura 12).

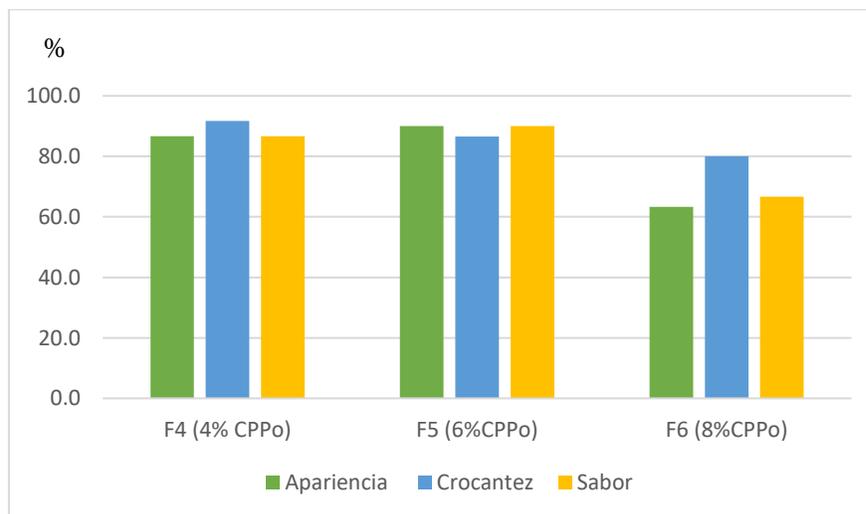


Figura 13: Preferencia de la barra alimenticia con CPPo según atributos

De acuerdo a los resultados analizados, el incremento de CPPo en el producto extruido afectó negativamente a las características de las barras elaboradas, es así que la formulación F₆ (8 por ciento de PPO) presentó menores características en los tres atributos (Apariencia, crocantes y sabor) (Figura 13). Las formulaciones F₄ y F₅ tuvieron calificaciones similares y mayores que F₆, por lo que se infiere que el contenido máximo de CPPo en el producto extruido debería ser igual o menor a 6 por ciento. Al respecto, Roldán *et al.* (2021) recomiendan utilizar 4 por ciento de CPPo para un producto extruido de cereales y granos andinos; Así mismo, los resultados indican que a mayor contenido de CPPo (8 por ciento) disminuye la crocantes del producto extruido, es posible que esto se deba al mayor contenido de proteína, la que alteraría el comportamiento de expansión que tiene el almidón durante el proceso de extrusión, según lo explicado por Pérez *et al.* (2017), y Maskan y Altan (2012). Se ha observado que el IE disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de CPPo con 86.1 por ciento de proteína (Tabla 17) por lo que se puede relacionar con la crocantes, esto es, a mayor IE el panel califica mejor el atributo de crocantes.

Teniendo en cuenta las características generales, la crocantes, el sabor y el mayor contenido de proteína, se seleccionó la barra elaborada con el producto extruido con la formulación F₅ (6 por ciento de CPPo).

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LA BARRA ALIMENTICIA ELABORADA CON LA FORMULACION EXTRUIDA F₅ (6 por ciento de CPPo)

4.3.1 Prueba de aceptabilidad

La aceptabilidad de la barra alimenticia elaborada con el extruido de cereales y granos andinos enriquecida con 6 por ciento de CPPo, alcanzó un 88.9 por ciento de aceptación. Del total de panelistas, el 49.5 por ciento marcó “me encantó” y el 39.4 por ciento marcó “me gustó” (Figura 14), lo cual indica una gran aceptación del producto por parte del panel conformado por 60 niños de 5 a 12 años. Estos resultados también confirman la adecuada formulación de insumos utilizada en la elaboración del producto extruido y la barra alimenticia.

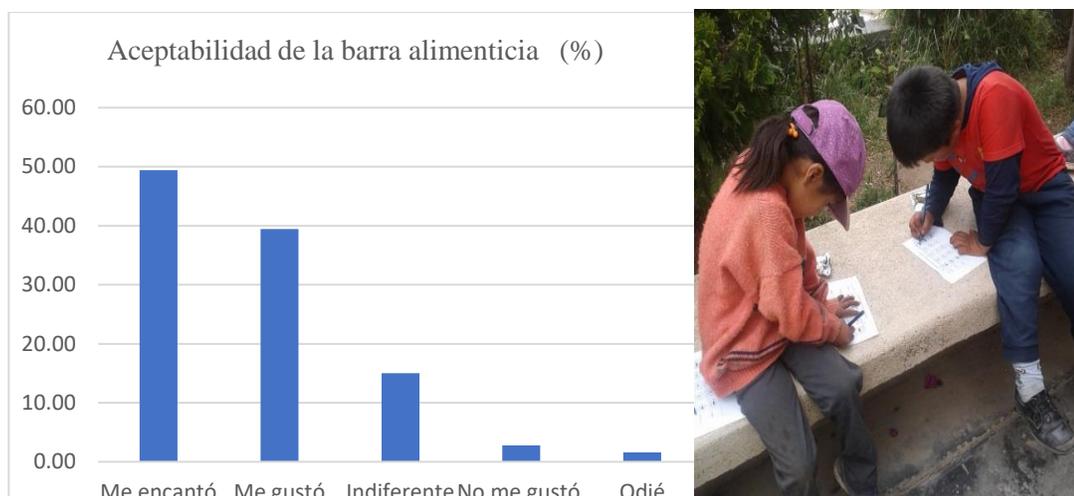


Figura 14: Resultados de la prueba de aceptabilidad de la barra alimenticia

4.3.2. Análisis químico proximal

Los resultados de los análisis de la composición química de la barra alimenticia se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18: Composición química proximal de la barra alimenticia con 6 por ciento de CPPo (g/100 g de muestra)

Componentes	g/100g muestra
Humedad	6.54±0.2
Proteína	9.56±0.3
Grasa	3.11±0.2
Ceniza	0.68±0.2
Carbohidratos	79.49±0.3
Fibra cruda	0.63±0.1
Energía calórica(Kcal/100 g)	381

La barra alimenticia seleccionada presentó un contenido de proteína de 9.56 (Tabla 18) valor inferior al de la formulación extruida (14.29 por ciento) debido a los componentes utilizados como ligante (azúcar 27.5 por ciento y glucosa 10 por ciento), asimismo se incrementó la grasa de 1.20±0.1 a 3.11±0.2 por adición de coco (5 por ciento) como saborizante y de fibra (0.63 por ciento) principalmente proveniente del

coco que según MINSA (2017) contiene 28 por ciento de lípidos y Fibra cruda 2.3 por ciento. De la Rosa *et al.* (2016) elaborando barras crocantes con arroz enriquecida con amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) obtienen un producto que contiene 2.59 por ciento de proteína, valor muy inferior al obtenido por esta investigación; otras como la barra comercial crocante de arroz marca Egran contiene 1.70 por ciento de proteína.

4.3.3. Contenido de aminoácidos esenciales

El contenido de aminoácidos esenciales en la barra alimenticia mostrados en la Tabla 19 fueron elaborados en base a los resultado obtenidos en gramos de aminoácidos / 100 g de barras alimenticias (Anexo 6), la evaluación química de dichos aminoácidos a través del score químico y la Puntuación (score) de aminoácidos corregido por la digestibilidad (PDCAAS)

Tabla 19: Contenido de aminoácidos esenciales, Score y PDCAAS de la barra alimenticia

Aminoácidos	g/100 g de muestra	mg/g de proteína	mg/g de proteína FAO (2017)	SCORE químico	PDCAAS
Isoleucina	0.43	45.12	30.00	1.50	135.80
Leucina	0.52	54.56	61.00	0.89	80.57
Meteonina + Cistina	0.20	20.99	23.00	0.91	82.38
Lisina	0.78	81.85	48.00	1.71	154.80
Fenilalanina+Tirosina	0.67	70.30	41.00	1.71	154.80
Treonina	0.37	38.82	25.00	1.55	140.32
Triptofano	0.06	6.30	6.60	0.95	86.00
Valina	0.39	40.92	40.00	1.02	92.34
Histidina	0.14	14.69	16.00	0.92	83.28

Nota. PDCAAS: Digestibilidad verdadera (DV) x score químico.

Según la norma NTP 209.260 (INDECOPI 2004) para alimentos cocidos de reconstitución instantánea como la papilla, el Score químico de aminoácidos esenciales mínimo debe ser 0.80, el PCDAAS 72 y el Índice de gelatinización (IG) debe ser superior a 94 por ciento. Los valores reportados para la barra alimenticia con CPPo son superiores a lo indicado por la referida norma, donde el aminoácido con menor score fue la leucina con

0.89 de score químico, el PDCAAS 80.98 y el IG 95.4 por ciento, estos valores superan el mínimo recomendado por la NTP. Así mismo, se confirma la correcta formulación del producto extruido. Por ello, la barra alimenticia con CPPo permitiría atender los requerimientos de aminoácidos esenciales de los niños de 5 a 12 años, por lo que esta barra podría ser utilizada en los programas de asistencia social en niños de edad preescolar y escolar, conformando parte de su alimentación.

El maíz como griz o sémola contiene 6.4 por ciento de proteínas (Reza *et al.* 2011) y el arroz blanco 8 por ciento (Cano 2019), estos insumos son indispensables en la producción de extruidos por su alto contenido de almidón, pero son deficientes en aminoácidos esenciales (Tabla 3); para mejorar esta deficiencia se complementaron con la kiwicha (15 a 16 por ciento de proteínas) y el CPPO (86.1 por ciento) cuyos perfiles de aminoácidos son buenos (Tabla 2 y 3), resultando un producto que cumple con los requerimientos para niños en edad escolar recomendados por la FAO (Tabla 19).

4.3.4. Análisis microbiológico

En la Tabla 20 se muestran los resultados del análisis microbiológico de las barras con 6 por ciento de CPPo; los valores microbiológicos encontrados están de acuerdo a la norma de la RM. 591/2008/MINSA que presenta para la barras alimenticias; dichos valores confirmaron las buenas condiciones de higiene en todo el proceso de elaboración del producto.

Tabla 20: Resultados del análisis microbiológico de la barra aliemnticia

Microorganismo	Resultados	Límite por g. *	
		(m)	(M)
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	10	10 ⁴	10 ⁵
Mohos (UFC/g)	< 10	10 ²	10 ³
Coliformes (NMP/g)	< 3	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	< 10 ²	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i> en 25 g.	Ausencia	ausencia/25g

Nota: * R.M. 591/ 2008/MINSA. Criterios microbiológicos: V.7. Productos instantáneos extruidos o expandidos proteinizados o no y hojuelas a base de granos que no requieren cocción.

4.3.5. Evaluación biológica

Los resultados obtenidos de la evaluación biológica se reportan en la Tabla 21

Tabla 21: Resultados de evaluación biológica para determinar digestibilidad verdadera (DV) y valor biológico (VB)

Parámetro	Muestras	
	Barra alimenticia	Dieta aprotéica
Nitrógeno consumido (g) - NI	0.4502	0.0285
Nitrógeno excretado en heces (g) - NF	0.0649	0.0358
Nitrógeno excretado en orina (g) - NU	0.0872	0.0633

La digestibilidad verdadera (DV) de la proteína que presentó la barra alimenticia con CPPo fue 90.53 por ciento y un valor biológico (VB) de 94.32 por ciento, valores que confirman la adecuada formulación y proporción de harinas de maíz, arroz, kiwicha y CPPo utilizadas en el producto extruido, el cual, forma parte en la elaboración de la barra alimenticia. Estos valores son superiores a los reportados por Olivera *et al.* (2012), quienes elaboraron una barra de cereales nutritivas compuesta por maíz, arroz, germen de trigo, ovoalbúmina y leche, 80.7 por ciento de digestibilidad y 62.9 ± 5.9 de Valor biológico; comparando estos resultados, las barras alimenticias de cereales con CPPo fueron superiores, y se podría asumir que las proteínas que las conforman fueron mejor absorbidas por el organismo, ya que el valor biológico es la fracción de nitrógeno absorbido y retenido por el organismo, representa la capacidad máxima de utilización de una proteína.

El alto VB (94,53 por ciento) de las proteínas de la barra alimenticia formulada con el producto extruido con 6 por ciento de CPPo, indicaría que la humedad de las mezclas utilizadas en la elaboración del producto extruido sería la adecuada y no afectarían en mayor grado a los componentes de la formulación, y le permitiría al consumidor aprovechar en un alto porcentaje el contenido de proteína y aminoácidos esenciales presentes.

Si bien la evaluación biológica de la barra alimenticia es alentadora, se debe considerar las conclusiones de Dussán *et al.* (2019), quienes mencionan que en el proceso termomecánico de extrusión incide sobre las propiedades nutricionales finales de los productos secos, como la pérdida de aminoácidos, lo que se confirma comparando el contenido de aminoácidos la formulación con 6 por ciento de CPPo (Tabla 12) y el producto (Tabla 19).

V. CONCLUSIONES

1. Se elaboraron extruidos utilizando 4 formulaciones en base a los siguientes insumos : Gritz de maíz, CPPo, quinua, kiwicha, arroz, leche y arveja.
2. La formulación con mejores resultados para elaborar la barra alimenticia en base a los atributos de color, olor, sabor, textura y forma, estuvo compuesta por 4 por ciento de CPPo, 21.0 por ciento de arroz molido, 60 por ciento de gritz de maíz, 15 por ciento de harina kiwicha.
3. Es posible elaborar una barra alimenticia, utilizando un producto extruido a base de gritz de maíz, arroz molido, kiwicha complementado con concentrado proteico de pota (CPPo).
4. Variando el porcentaje de CPPo de 4 a 6 y 8 por ciento en la elaboración de la barra alimenticia y a través de un panel con 60 niños, se seleccionó la formulación con 6 por ciento de CPPo, la cual tuvo una aceptabilidad de 88.9 por ciento.
5. El contenido de aminoácidos esenciales que presentó la barra alimenticia cumple con los requerimientos recomendados por la FAO (2017), para niños de 5 a 10 años, refrendados por su digestibilidad verdadera (DV) 90.53 por ciento , el valor biológico (VB) de la proteína de 94.32 por ciento. y su score para cada aminoácido esencial mayores a 80 por ciento.
6. La barra alimenticia, microbiológicamente cumple con los valores exigidos por la RM. 591-2008/MINSA: Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

VI. RECOMENDACIONES

1. Escalar la elaboración del producto extruido y desarrollo de la barra alimenticia, a base de cereales enriquecidos con concentrado proteico de pota a nivel de planta piloto.
2. Realizar un estudio técnico-económico con la finalidad de evaluar su viabilidad.
3. Obtener productos extruidos enriquecidos con concentrado de proteína de otro recurso hidrobiológico, con la finalidad de darle valor agregado y diversificar su consumo.
4. Realizar estudios de vida útil del producto extruido y la barra alimenticia utilizando diversos envases.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Acevedo, D., Paéz G., y Abull, A. 2016. Factores de riesgo de desnutrición en menores de cinco años del municipio Manatí. *Revista Electrónica*, 41(7); 1-6.
http://www.revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/801/pdf_302
- Adi, P., Widyarti, S., Serafinah, I. y Utomo, E. 1997. Analysis on the flavor compounds of coconut meat (*Cocos nucifera* Linn.). *Jurnal penelitian Ilmu Teknit (Indonesia)*, 9(1), 81-94.
- Alamo, V., y Valdivieso, V. 1997. Lista Sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Instituto del Mar del Perú. Callao, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1436>
- Álvarez, B. 2017. Análisis de omega -3 y omega -6 en quinua (*Chenopodium quinoa*), chía (*Salvia hispánica* L.) y tocte (*Juglans nigra* L.) por cromatografía y su aplicación en una barra nutricional. Art. Invest. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6907/2/ARTICULO.pdf>
- AOAC. 2005. Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists. Washington DC, USA. Ed. George W. Latimer.
- Aparicio, C., y Vilca, L. 2017. Aceptabilidad y valor nutricional de una barra nutritiva a base de harina de moringa (*Moringa oleífera*), kiwicha expandida (*Amarantus caudatus*) y harina de trigo (*Triticum aestivum*). Tesis Ing. UNSA, Arequipa, Perú.
- Aramouni, F., y Ghoush, M. 2011. Physicochemical and sensory characteristics of no-bake wheat-soy snack bars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(1), 44–51.
- Areas, J., Rocha, C., y Marques, M. 2016. Extrusion cooking: Chemical and nutritional changes. *Encyclopedia of Food and Health*. DOI:10.1016/B978-0-12-384947-2.00266-X.
- Armas, M. 2012. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de producción y comercialización de barras energéticas a base de quinua y frutas, en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura. Tesis Ing. Ibarra, Ecuador.
- Baez, P., Borja, A. 2013. Elaboración de una barra energética a Base de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) como fuente de Omega 3 y 6. Tesis Ing. Quito, Ecuador.

- Bhattacharya, S. (2012). Raw materials for extrusion of foods. *Advances in food extrusion technology*. DOI: 10.1201/b11286-4
- Benavides, M.; Ponce, C.; Mena, M. 2010. Estado de la Niñez en el Perú. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). ISBN: 978-612-45232-2-9.
- Bower, J.; Whitten, R. 2000. Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. *Journal of Sensory Studies*. 15 (3), 327 - 344
- Boyer, C., Shannon, J. 1987. Carbohydrates of the kernel. *Corn: Chemistry and Technology*. St. Paul, Minnesota, EE.UU: Ed. A. Stanley Watson y E. Paul Ramstad
- Brennan, M., Derbyshire, E., Tiwari, B. y Brennan, C. (2013). Ready-to-eat snack products: The role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(5), 893-902.
- Bressani, R. 2003. Amaranth. *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Londres, Inglaterra: Ed. Elsevier Science,
- Bustamante, L. 2014. Caracterización de barras de cereales altoandinos bañadas en chocolate y enriquecidas con concentrado proteico de papa (*Dosidicus gigas*). Tesis Ing. UNSA. Arequipa, Perú.
- Calisto, G., 2009. Desarrollo de producto snack a base de materias primas no convencionales poroto (*Phaseolus vulgaris l.*) y quinua (*Chenopodium quinoa willd*). Tesis Ing. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Calvo, M.; Carranco, M.; Salinas, C. y Carillo, S. 2016. Composición química de harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*). *Archivo Latinoamericana de Nutrición*. 66 (1) 1-8.
- Cano, M. 29 agosto de 2019. El arroz: Propiedades y valor nutricional. <https://www.naturalcastello.com/es/arroz-propiedades-y-valor-nutricional/>
- Cappella, A. (2016). Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales saludable nutricionalmente. (Tesis Profesional. Universidad Nacional de Cuyo) Repositorio institucional. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8188/tesis-brom.-cappella-agostina-24-10-16.pdf.
- Carbajal, A. 2018. Manual de Nutrición y Dietética. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2019-01-04-Guia-Practicas-2019-web.pdf>

- Caselato, V., Amaya, J. 2012. State of Knowledge on Amaranth Grain: Journal of Food Science. 77 (4), 93 – 104.
- Castañeda, A. y Ordinola, J. 2018. “Formulación de un producto extruido fortalecido con tres niveles de proteínas proveniente de harina de papa (*Dioscorea alata*)”. Tesis Ing. UNPRG. Perú. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2497>
- Chamorro, G. 2018. Valor nutricional y compuestos bioactivos de 30 accesiones de Kiwicha (*Amarantus caudatus* L) del INIA . Perú. Tesis maestría. UNALM. Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3081>
- Ceron, C., Guerra, L., Legarda, J., y Pismag, Y. 2016. Efecto de la extrusión sobre las características físico-químicas de harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) . Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial . 14(2), 92 – 99.
- CICA. 10 de marzo 2012. El amaranto- pequeñas semillas con fuerzas colosales . A. M. de Amaranto. https://www.el-pan-alegre.org/Guia_Amaranto.pdf
- Curi, K. 2006. Determinación biológica de la calidad proteica de la harina de lombriz (*Eisenia Foetida*). Tesis maestría. Facultad de medicina humana UNMSM. Lima, Perú.
- Da Cunha, D., Botelho, R., Ribeiro de Brito, R., De Oliveira, L., y Elkedfeldt, E. 2013. Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica. Revista Chilena de Nutrición. 40 (4). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000400005>
- De la rosa, M., Jiménez, N., Hernández, J., Ruíz, J., Graciano, A., Herrera, S. y Ramírez, F. 2016. Barra energética a base de arroz (*Oriza sativa*) fortificado con amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y nopal (*Opuntia ficus*). Universidad de Sonora – México. De La Rosa. 1 (2), 609-612.
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/8/106.pdf>.
- Docampo, L., Santana, C., Garcés, MF, y Torres, L. 2011. Alteración energética nutricional aguda en menores de cinco años. AMC; 15(2), mar-abr. 2011. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/lil-615915>.
- Dussán, S., De la Cruz, R. y Godoy, S. 2019. Estudio del perfil de aminoácidos y análisis proximal de pastas secas extruidas a base de harina de quinua y harina de chontaduro. *Información tecnológica*, 30(6), 93-100.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600093>

- Espinosa, M. 2007. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Ciudad de La Habana, Cuba : Editorial Universitaria.
- FAO. 1981. Contenido en Aminoácidos de los Alimentos y datos biológicos sobre proteínas. 3^{ra} Ed. <https://www.fao.org/3/AC854T/AC854T00.htm#TOC>
- FAO. 2017. Food and Agriculture Organization. Evaluación de la calidad de la proteína de la dieta en nutrición humana. Consulta de expertos. Granada, España: FAO y FINUT. <https://www.finut.org/wp-content/uploads/2017/11/Estudio-FAO-92-y-documentos-adicionales-al-23112017-1.pdf>
- Fennema, O. 1985. Introducción a la Ciencia de los Alimentos. Barcelona, España: Ed. Reverté.
- Fernández, S., Fariño, R. 2011. Elaboración de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazarla comida chatarra. Tesis Ingeniero. Universidad de Guayaquil. Guayaquil. Ecuador.
- González, L., Téllez, A., Sampedro, J., Nájera, H. 2007. Las Proteínas en la Nutrición. Revista Salud Pública y Nutrición. 8 (2), 1 - 7
- González, R., Torres, R., De Greef, D. 2002. “Extrusión-Cocción de Cereales”. Boletín de Sociedad Brasileira de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 36(2), 04-115.
- González, M., Moncada, G., Fischer, S., Escudero, O. 2014. Caracterización química y composición mineral de la quinoa por espectroscopia de infrarrojo cercano. Journal of the Science and Agriculture. 94(5):876-81. DOI: 10.1002/jsfa.6325.
- González, M., y Álvarez, O. 2011. Mecanismo de gelatinización del almidón del maíz. Tesis Ing. Universidad Los Andes. Bogotá, Colombia. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/24717/u607904.pdf?sequence=1>
- Guerreo, M., Pedreschi, R., Chirinos, R. 2015. Metodología y optimización para la extracción de proteína a partir de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). International Journal of Food Science and Technology. 50 (8) 1815 – 1822. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12834>

- Guerreo, M., Pedreschi, R., Chirinos, R. 2015. Metodología y optimización para la extracción de proteína a partir de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). *International Journal of Food Science and Technology*. 50 (8) 1815 – 1822.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.12834>
- Guerrero, M. 2014. Características de la consejería nutricional que brinda la enfermera a las madres de niños entre 6 y 12 meses, desde la perspectiva transcultural en la microred. Los Olivos; UNMSM. Lima-Perú.
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3695>.
- Huamaní, L., Ponce, J. y Malaga J. 2020. Optimización del proceso de cocción de quinua utilizando el diseño 3^k y la función de deseabilidad: Grado de gelatinización, índice de absorción de agua, índice de solubilidad y desprendimiento. *Scientia Agropecuaria* 11(3): 381 - 390 DOI: 10.17268/sci.agropecu.2020.03.10
- Iñarrute, M., y Franco, L. 2001. Las barras de cereales como alimento funcional en los niños. *Revista mexicana de pediatría*. 68(1), 8-12.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2001/sp011c.pdf>
- IMARPE – ITP. 1996. Compendio Biológico Tecnológico de las Principales Especies Hidrobiológicas Comerciales del Perú. Lima, Perú. Ed. STELLA.
<https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1387>
- INDECOPI. 2004. NTP 209.260. Alimentos cocidos de reconstitución instantánea. Papilla . Requisitos. Lima - Perú. <https://vsip.info/ntp-209260-papilla-pdf-free.html>.
- Juliano, O. 1994. El arroz en la nutrición humana. Instituto internacional de investigación sobre el arroz (FAO).
- Kadan, R., Bryant, R., Pepperman, A., 2006. Functional properties of extruded rice flours. *Journal of Food Science*, 68(5), 1669-1672. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb12311.x>
- Lazo, L. 2006. Elaboración de harina de papa (*Dosidicus gigas*) precocida para consumo humano. Tesis. Ing. UNALM. Lima, Perú.
- INDECOPI. 2004. NTP 209.260 2004 Alimentos cocidos de reconstitución instantánea. Papilla . Requisitos. Lima Perú.

- Madrid, A. Madrid, J. Madrid, R. 1994. Tecnología del pescado y productos derivados. Zaragoza , España. Ed. Acribia. S.A.
- Martínez,J., Hernandez,J, y Arias,A. 2017. Propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón de arroz (*Oryza sativa* L) blanco e integra. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 25(41) 1 – 16.
https://acta.org.co/acta_sites/alimentos hoy/index.php/hoy/article/view/446/364
- Márquez, L. y Pretell, C. 2018. Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 16(2), 69-78.
<https://doi.org/10.18684/bsaa.v16n2.1167>
- Maskan, M., y Altan, A. 2012. Advances in Food Extrusion Technology. New York, USA: Ed. Da Wen Sun - CRC Press Taylor & Francis Group.
- Mataix J. 2007. Nutrición y alimentación humana: nutrientes y alimentos. Madrid, España: Editorial Océano Ergon.
- Maza S., Solari, A., y Albrecht, M. 2007. Reducción de la intensidad del sabor ácido amargo de la papa mediante lavados con soluciones ácidas y neutralizantes. Instituto Tecnológico de la Producción. repositorio.itp.gob.pe/handle/ITP/27.
- MINAGRI. 2016. Leguminosas de grano “semillas nutritivas para un futuro sostenible”. Lima, Perú.
<http://repositorio.midagri.gob.pe:80/jspui/handle/20.500.13036/392>
- MINAGRI. 2021. Observaciones de las siembra y perspectiva de producción de quinua. Lima, Perú.
<http://repositorio.midagri.gob.pe:80/jspui/handle/20.500.13036/1148>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (s. f.). El Coco. Servicio de información. España.
https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/coco_tcm30-102445.pdf
- MINSA. 2008. “R.M 591–2008/MINSA.- Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. 247682_RM591-2008EP.pdf20190110-18386-1wrxc4w.pdf (www.gob.pe).

- MINSA. 2012. Requerimiento de energía para la población peruana. <https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/depydan/lamejorreceta/Requerimiento%20de%20energ%C3%ADa%20para%20la%20poblaci%C3%B3n%20peruana.pdf>
- MINSA. 2017. Tabla Peruana de Composición de Alimentos. Instituto Nacional de Salud. [Tablas-peruanas.pdf \(www.gob.pe\)](#)
- Moreu, M. s/f. El coco: ¿Cuál es su composición nutritiva? <https://www.lechepuleva.es/aprende-a-cuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/c./coco>.
- Navarro, R., y Aguilar, E., Castro, J., Falfán, R., Cadena, A., Delgado, E., y Gómez, C. 2018. Physicochemical and sensory characterization of an extruded product from blue maize meal and orange bagasse using the response surface methodology. *Journal of Food*, *16*(1), 498-505. DOI:10.1080/19476337.2017.1416674
- Oliva, R. 2013. Unicef celebra “progresos reales” en la lucha contra la desnutrición infantil. Agencia Informativa Latinoamericana Prensa Latina. <http://boletinaldia.sld.cu/aldia/2013/04/17/unicef-celebra-progresos-reales-en-lalucha-contra-la-desnutricion-infantil/>
- Olivera, C., Ferreyra, D., Giacomino, M., Curia, C., Pellegrino, G., Fournier, U., y Apro, C. 2012. Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Rev Chil Nutr* 39 (3), 18-25
- Omote, J. 2019. Optimización de la Extracción y Caracterización de las Proteínas solubles del Concentrado de calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Tesis Maestría. UNALM. Repositorio digital UNALM. <https://core.ac.uk/download/pdf/270036991.pdf>
- OMS. 2003. Organización Mundial de la Salud. Informe Técnico 916. Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. Ginebra, Suiza. <http://fa0.org/docrep/fao/006/ac911s/ac911s00.pdf>.
- Osorio, C. 2009. Utilización de harina de papa (*Dosidicus gigas*) precocida en la elaboración de hojuelas extrudidas. Tesis de Ing. UNALM. Lima, Perú. repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3992?show=full
- Pajuelo, R., Miranda, M. 2016. La coexistencia de problemas nutricionales en niños menores de 5 años en el Perú 2007-2010. *Anales de la Facultad de Medicina*. *77*(4): 1 – 5.
- Peksa, A., Kita, A., Carbonell, A. y Miedzianka, J. 2016. Sensory attributes and physicochemical features of corn snacks as affected by different flour types and extrusion

conditions. LWT-Food Science and Technology, 72, 26-36.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.034>

- Pérez, C., Cruz, R., Chel, L. y Batancur, D. 2006. Caracterización física de extrudidos preparados con mezclas de harinas de maíz QPM (*Zea mays L.*) y frijol lima (*Phaseolus lunatus L.*). Revista Mexicana de Ingeniería Química, 5 (2), 145-155.
- Pinciroli, M. 2010. Proteínas de arroz propiedades estructurales y funcionales. Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Alimentos (CIDCA). Programa Arroz, Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina. <https://doi.org/10.35537/10915/1828>.
- Portella, C. 2011. La Kiwicha y sus beneficios. Revista Generación. <http://www.generacion.com/magazine/1629/kiwicha-sus-beneficios>
- Potter, N., y Hotchkiss, J. 1998. Food Science.. 5ta Edition. . Boston, USA. DOI. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4985-7_4
- Prieto, J., Méndez, M., Román, A., y Prieto, F. 2005. Estudio comparativo de características físicoquímicas de cereales Kellogg's. Rev Chil Nutr. 32 (1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182005000100006>.
- PRODUCE. 2021. Anuario estadístico pesquero acuícola 2021. Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2021 (produce.gob.pe)
- Ramírez, M. 2015. Elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) Y Arveja (*Pisum sativum*). Tesis Ing. Universidad Agraria la Molina. Lima – Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2178>
- Ramos-Díaz, J., Rinnan, A., y Jouppila, K. 2019. Aplicación de imágenes NIR al estudio de snacks expandidos que contienen amaranto, quinoa y kañiwa. Science Direct. 102(marzo 2019), 8-14. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.029>
- Repo-Carrasco, R., Pilco, J., y Encina, C. 2011. Desarrollo y elaboración de un snack extruido a partir de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y maíz (*Zea mays L.*) Ingeniería Industrial. (29), 207-222. DOI: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2011.n029.235>
- Restrepo, F., Zabala, T., y Guiot, M. (2020). Aceite de coco: características nutricionales y posibles aportes a la salud humana. Corporación Universitaria Lasallista. Antioquia, Chile. http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2682/1/Aceite_coco_Caracteristicas_nutricionales_salud%20humana.pdf

- Reza, S., Thorkelsson, G., Rafipour, F., y Sigurgisladottir, S. 2011. Quality and storage stability of extruded puffed corn-fish snacks during 6-month storage at ambient temperature. *Journal of Science of food and agriculture* 91 (5) 886 – 893. <https://doi.org/10.1002/jsfa4261>.
- Riaz, M., y Rokey, G. 2012. Extrusion problems solved: Food, pet food and feed. Cambridge, Inglaterra: Ed. Woodhead Publishing Limited.
- MINSA. 2006. “Norma sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación. RM N° 451.
- Roldán, D. y Lazo, L. 2009a. Características nutricionales del concentrado de proteína de calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Artículo aprobado en Anales Científico UNALM.
- Roldán, D. y Lazo, L. 2009b. Elaboración de concentrado de proteína de calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Artículo aprobado en Anales Científico UNALM.
- Roldán, D., Omote, R., Osorio, C., y Molleda, A. 2021. Desarrollo de un producto extruido a base de cereales y concentrado de proteína de calamar gigante (*Dosidicus gigas*). *Intropica*, 16(1),34-42. <https://doi.org/10.21676/23897864.3777>
- Rosales, L., Alvites, M., Taipe, Y., y Yamashiro, G. 2018. Distribución y concentración de *Dosidicus gigas* (d’Orbigny,1835) en el mar peruano y aguas adyacentes. *IMARPE*, 33 (2), 178 – 211. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/40>
- Shah, F., Sharif, M., Bashir, S., Ahsan, F. 2019. Role of healthy extruded snacks to mitigate malnutrition. *Food Reviews International*, 35(4), 299-323. <https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1542534>
- Suárez, M., Kizlansky, A., López, L. 2006. Assessment of protein quality in foods by calculating the amino acids score corrected by digestibility *Nutr Hosp.* 21(1),47-51
- Sumargo, F., Gulati, P., Weier, S., Clarke, J. y Rose, D. 2016. Effects of processing moisture on the physical properties and in vitro digestibility of starch and protein in extruded brown rice and pinto bean composite flours. *Food Chemistry*, 15 (211), 726-733. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.05.097
- Szczesniak, A. 1998. Sensory texture profiling. Historical and Scientific perspective. *Food Technology*. Chicago - USA. 52(8), 54 – 57.
- Torres, O., y Pérez, W. 2006. Tecnología de extrusión en alimentos. *Ciencia y tecnología en alimentos*. Chicago – USA, 16 (3),79 – 86

- Utrilla, C.; Agama, A.; Osorio, D.; Bello, P.; Reynoso, C. 2013. La respuesta glicémica en ratas sanas alimentadas con barras de cereal compuestas. *Starch*. 65 (3-4), 354-359
- Valbuena, R.; Zpata, B.; Gutierrez, M. 2012. Coeficientes de digestibilidad aparente de tres ingredientes proteicos para capaz, *Pimelodus grosskopfii*. *Orinoquia* **16** (supl.1)
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Martínez, E. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 90(15), 2541-2547.
- Viviant, V. 2006. Alimentación sana. *Barritas de cereales*. Argentina Disponible en: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/barritas.htm>.
- Wittig, E. 1981. Evaluación sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos. Santiago, Chile: Ed. Gráficos USACH.
- Zenteno, S. 2014. Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2), 58-66. DOI: <https://doi.org/10.17162/riu.v3i2.522>
- Zuluaga, A. 2017. El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/62784/1128280679.2018.pdf?sequence=1>

VIII. ANEXOS

Anexo1. Tabla de Evaluación Sensorial para concentrado de proteína de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) para consumo humano

CARACTERISTICAS		PUNTAJE
Color	Blanco lechoso	3
	Blanco cremoso	2
	Amarillo opaco	1
Olor	Sin olor a pota	3
	Ligero olor a pota	2
	Con olor a pota	1
Sabor	Sin sabor a pota	3
	Ligero sabor a pota	2
	Con sabor a pota	1
Textura	Suave al tacto y pulverulenta	3
	Áspero y pulverulenta	2
	Duro y granuloso	1

Calificación

Puntuación	Calidad
10 a 12	Buena
7 a 9	Regular
Hasta 6	Mala

Anexo 2. Formato del Test de valoración de calidad con Escala de Karlsruhe adaptada para un producto extruido de cereales, granos andinos y concentrado de proteína de pota.

	Excelente 9	Muy bueno 8	Bueno 7	Satisfactorio 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuoso 3	Mala 2	Muy mala 1
COLOR.	Excepcional, crema natural y uniforme, homogéneo	Muy natural crema uniforme, levemente oscuro	Natural, algo pálido u oscuro, levemente disperejo	Ligeramente alterado y desuniforme Algo claro o algo oscuro, poco homogéneo	Alterado, no homogéneo, muy claro o muy oscuro. Desuniforme	Algunas manchas de otro tono. No es agradable. Muy tostado.	Muy deuniforme, atípico, con algunas zonas quemada, o apariencia cruda	Totalmente atípico, desagradable	Totalmente alterada, inaceptable
FORMA	Esférica, superficie lisa y bien conservada	Muy bien conservada, algunas unidades ligeramente modificadas.	Aun redonda, con algo de arrugas.	Poco lisa, ligeramente modificada, ovalada no redonda, con arrugas	Forma asimétrica, Presencia de grietas y arrugas.	Hundida, agrietada, forma muy modificada . Muchas grietas	Desagradable, intensamente hundida, y/o asimétrica, con aberturas	Muy alterada, apretada, rota, con deformaciones	Completamente alterada
OLOR	Característico, muy típico, natural, intenso, fresco y agradable.	Característico, típico y natural. Fresco.	Algo suave Leve olor a pota,	Algo no característico, más intenso a pota	Ligeramente alterado y olor a pota y leve a materia grasa	Alterado, algo intenso a pota algo y a grasa,.	Claramente alterado, atípico, algo ácido.	Alterado, rancio, fuerte olor a pota .	Franca mente deteriorado
SABOR	Característico y natural. Muy fresco. Muy equilibrado. Sin sabor a pota.	Característico, típico y natural, con sabor tostado. Fresco. Sin sabor a pota.	Característico, aún equilibrado Ligeramente sabor a pota. Aún típico y natural	Característico, aún equilibrado. Ligeramente sabor a pota. Aún típico y natural	Aún aceptable. Con algo a sabor a grasa.	No típico, Insípido, claramente dañado con sabor a pota	Alterado. Completamente atípico. Amargo, ácido, crudo.	Alterado, desagradable. Rancio, muy amargo.	Extraño, desagradable, fermentado
TEXTURA	Característica, con superficie uniforme y a la presión muy crocante	Buena, típica, corteza aun ni blanda ni dura, menos crocante.	Normal, típica, corteza levemente blanda menos crocante.	Ligeramente alterada, corteza algo blanda o algo dura.	Alterada, con corteza dura, algo de sequedad, textura seca.	Claramente alterada. corteza dura, con sequedad.	Claramente alterada, corteza muy dura al tacto.	Muy modificada excesivamente dura.	Completamente alterada, inaceptable

Anexo 3. Formato para Test de valoración de calidad

Instrucciones:

- Utilice el Formato del Test de valoración de calidad con Escala de Karlsruhe
- Pruebe los productos extruidos que se presentan a continuación.
- Registre el puntaje que le corresponda de acuerdo a la cartilla de valoración en cuanto al color, apariencia/forma, olor, sabor y textura (crocantes).

	F₁	F₂	F₃	F₄
Color				
Apariencia/Forma				
Olor				
Sabor				
Textura				

- Puede haber muestras con igual preferencia y les puede asignar el mismo puntaje

Anexo 4. Análisis estadístico para prueba de preferencia de las formulaciones extruidas según atributo.

DBCA: PRUEBA PREFERENCIA

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: COLOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	18	133	7.38888889	1.89869281
Columna 2	18	135	7.50000000	2.26470588
Columna 3	18	132	7.33333333	2.11764706
Columna 4	18	139	7.72222222	2.80065359

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.59722222	3	0.53240741	0.23	0.87	2.7395023
Dentro de los grupos	154.388889	68	2.27042484			
Total	155.986111	71				

	valor F	valor p
Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio del COLOR entre los 4 grupos?	0.23	0.87

HIPOTEIS NULA: el promedio de la COLOR del extruidos son iguales con 95 por ciento de confiabilidad

0.05

HIPOTESIS ALTERANA: en al menos 1 grupo el promedio del COLOR es distinto con un 95 por ciento de confiabilidad

Como el valor de p es mayor que 0.05 se acepta la hipótesis nula donde el promedio de los valores del COLOR en los diferentes grupos son similares

DBCA: PRUEBA PREFERENCIA
The ANOVA Procedure
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for COLOR

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	51
Error Mean Square	1.18927
Critical Value of Studentized Range	3.75588
Minimum Significant Difference	0.9654

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey gruping	Mean	N	trat
A	7.7222	18	F4
A	7.5000	18	F2
A	7.3889	18	F1
A	7.3333	18	F3

DBCA: PRUEBA PREFERENCIA
The ANOVA Procedure
Dependent Variable: FORMA

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	18	126	7.00000000	1.05882353
Columna 2	18	130	7.22222222	1.47712418
Columna 3	18	126	7.00000000	1.05882353
Columna 4	18	141	7.83333333	1.20588235

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	8.375	3	2.79166667	2.33	0.08	2.7395023
Dentro de los grupos	81.6111111	68	1.20016340			
Total	89.9861111	71				

	valor F	valor p
Existe diferencia estadísticamente significativamente en el promedio de la FORMA entre los 4 grupos?	2.33	0.08

HIPOTEIS NULA: el promedio de la FORMA del extruidos son iguales | con 95 por ciento de confiabilidad

0.05

HIPOTESIS ALTERANA: en al menos 1 grupo el promedio de la FORMA es distinto con un 95 por ciento de confiabilidad

Como el valor de p es mayor que 0.05 se acepta la hipótesis nula donde el promedio de los valores de la forma en los **diferentes grupos son similares**

DBCA: PRUEBA PREFERENCIA
The ANOVA Procedure
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for FORMA

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 51
 Error Mean Square 0.664216
 Critical Value of Studentized Range 3.75588
 Minimum Significant Difference 0.7215

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	7.8333	18	F4
B A	7.2222	18	F2
B	7.0000	18	F1
B	7.0000	18	F3

DBCA: PRUEBA PREFERENCIA
The ANOVA Procedure
Dependent Variable: OLOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	18	137	7.61111111	2.01633987
Columna 2	18	133	7.38888889	3.19281046
Columna 3	18	130	7.22222222	2.77124183
Columna 4	18	146	8.11111111	0.5751634

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	8.05555556	3	2.68518519	1.26	0.30	2.7395023
Dentro de los grupos	145.444444	68	2.13888889			
Total	153.5	71				

valor F valor P

Existe diferencia estadísticamente significativamente en el promedio de OLOR entre los 4 grupos?	1.26	0.3
--	------	-----

HIPOTEIS NULA: el promedio de olor del extruidos son iguales | con 95% de confiabilidad 0.05

HIPOTESIS ALTERANA: en al menos 1 grupo el promedio del olor es distinto con un 95% de confiabilidad

Como el valor de p es mayor que 0.05 se acepta la hipótesis nula donde el promedio de los valores de la forma en los diferentes grupos son similares

DBCA: PRUEBA PREFERENCIA
The ANOVA Procedure
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for OLOR

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 51
 Error Mean Square 1.253813
 Critical Value of Studentized Range 3.75588
 Minimum Significant Difference 0.9913

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey grouping	Mean	N	trat
A	8.1111	18	F4
A	7.6111	18	F1
A	7.3889	18	F2
A	7.2222	18	F3

DBCA: PRUEBA PREFERENCIA
The ANOVA Procedure
Dependent Variable: SABOR

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	18	134	7.444444	1.79084967
Columna 2	18	120	6.666666	3.29411765
Columna 3	18	128	7.111111	2.33986928
Columna 4	18	146	8.111111	0.45751634

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	20	3	6.666666667	3.38	0.023	2.7395023
Dentro de los grupos	134	68	1.970588235			
Total	154	71				

	VALOR F	VALOR P
Existe diferencia estadísticamente significativamente en el promedio de s SABOR entre los 4 grupos?	3.38	0.023

HIPOTEIS NULA: el promedio de SABOR del extruidos son iguales l con 95% de confiabilidad

0.05

HIPOTESIS ALTERANA: en al menos 1 grupo el promedio del SABOR es distinto con un 95% de confiabilidad

Como el valor de p es menor que 0.05 se acepta la hipótesis alterna donde los valores de al menos **01 grupo es diferente**

DBCA: PRUEBA PREFERENCIA

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for SABOR

HSD=	1.220922385	Diferencia honestamente significativa (HSD) (multiplicado por RAIZ cuadrada de erros medio entre
multiplicador=	3.69	Q alfa de los valores de tukey Tabla 4 grupos grados de libertad 3 q alfa con 0.05 es de 3.69
Mse=	1.970588235	Divida suma de cuadrados entre grados de libertar (68)
n=	18	Tamaño de cada grupo

	F1	F2	F3	F4
F1		0.78	0.33	-0.67
F2			-0.44	-1.44
F3				-1.00
F4				

EL VALOR ABSOLUTO MAYOR DE HSD Si hay diferencia entre el grupo F2 y grupo F4

Tukey Grouping

	Mean	N	trat
A	8.1111	18	F4
B A	7.4444	18	F1
B A	7.1111	18	F3
B	6.6667	18	F2

DBCA: PRUEBA DE PREFERENCIAS
The ANOVA Procedure
Dependent Variable: TEXTURA

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	18	142	7.88888889	1.28104575
Columna 2	18	140	7.77777778	2.06535948
Columna 3	18	137	7.61111111	2.25163399
Columna 4	18	145	8.05555556	1.82026144

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.88888889	3	0.62962963	0.33	0.79	2.7395023

Dentro de los grupos 126.111111 68 1.85457516

Total 128 71

	valor F	valor p
Existe diferencia estadísticamente significativamente en el promedio de textura entre los 4 grupos?	0.33	0.79

HIPOTEIS NULA: el promedio del TEXTURA de las muestras es igual con 95% de confiabilidad

0.05

HIPOTESIS ALTERANA: en al menos 1 grupo e promedio de TEXTURA es distinta con un 95% de confiabilidad

Como el valor de **p** es mayor que 0.05 se acepta la hipótesis nula donde el promedio de los valores de olor en los diferentes grupos son similares

DBCA: PRUEBA DE PREFERENCIAS - TEXTURA

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for TEXTURA

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	51
Error Mean Square	1.453159
Critical Value of Studentized Range	3.75588
Minimum Significant Difference	1.0672

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey			
Grouping	Mean	N	TRAT
A	8.0556	18	F4
A	7.8889	18	F1
A	7.7778	18	F2
A	7.6111	18	F3

Anexo 5. Formato para prueba de preferencia de las barras alimenticias de cereales y granos andinos enriquecida con CPPo.

Prueba de aceptación de barras alimenticias					
Nombre.....Edad..... Fecha.....					
	Señale la carita que mas representa lo que le pareció el producto				
General					
	Odié	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Crocantes					
	Odié	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Sabor					
	Odié	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó

Anexo 6. Análisis Kruskal-Wallis para prueba de preferencia de barras alimenticias según atributos

Lectura: General, Crocantes y Sabor

Primeros registros

GENERAL	0.04	0.06	0.08
1	5	4	5
2	5	5	5
3	5	4	3
4	5	5	5
5	4	4	5
6	5	5	5

CROCANTES	0.04	0.06	0.08
1	5	4	5
2	5	5	5
3	5	2	5
4	5	1	5
5	5	4	5
6	5	5	5

SABOR	0.04	0.06	0.08
1	5	4	1
2	5	4	4
3	5	4	5
4	5	5	5
5	4	4	5
6	4	5	3

Son 60 evaluadores para evaluar la barra alimenticia en el que se utilizó 4%, 6% y 8% de concentrado de proteína de pota.

Caso: Cada evaluador probó un solo porcentaje de concentrado de proteína de pota, en este caso, la prueba estadística que le corresponde es Kruskal-Wallis.

Preparación de los datos para el caso

Juez	trto	general	crocantes	sabor
1	P4	5	5	5
2	P4	5	5	5
3	P4	5	5	5
4	P4	5	5	5
5	P4	4	5	4
6	P4	5	5	4
7	P4	5	5	5
8	P4	4	4	4
9	P4	5	5	4

10	P4	3	2	2
11	P4	5	5	5
12	P4	5	4	5
13	P4	5	4	4
14	P4	5	5	4
15	P4	4	5	5
16	P4	5	5	5
17	P4	5	4	5
18	P4	5	5	5
19	P4	4	5	4
20	P4	5	5	5

Análisis Kruskal-Wallis

General

\$statistics

Chisq	Df	p.chisq	t.value	MSD
5.256631	2	0.07219998	1.973457	17.0467

\$parameters

test	p.adjusted	name.t	ntr	alpha
Kruskal-Wallis	none	trt	3	0.05

\$means

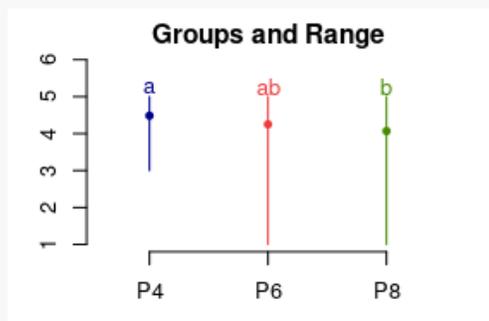
	general	rank	std	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75
P4	4.483333	100.95000	0.6762726	60	3	5	4.00	5	5
P6	4.250000	89.51667	0.9136442	60	1	5	4.00	4	5
P8	4.066667	81.03333	1.0229016	60	1	5	3.75	4	5

\$comparison

NULL

\$groups

general	groups
P4 100.95000	a
P6 89.51667	ab
P8 81.03333	b



attr(,"class")

[1] "group"

	Difference	pvalue	Signif.	LCL	UCL
P4 - P6	11.433333	0.1873		-5.613366	28.48003
P4 - P8	19.916667	0.0223	*	2.869967	36.96337
P6 - P8	8.483333	0.3274		-8.563366	25.53003

Crocantés:

\$statistics

Chisq	Df	p.chisq	t.value	MSD
3.85041	2	0.1458458	1.973457	17.08616

\$parameters

test	p.adjusted	name.t	ntr	alpha
Kruskal-Wallis	none	trt	3	0.05

\$means

	crocantes	rank	std	r	Min	Max	Q25	Q50	Q75
P4	4.466667	100.24167	0.7002824	60	2	5	4	5	5
P6	4.166667	86.95000	1.0112363	60	1	5	4	4	5
P8	4.116667	84.30833	1.0266230	60	1	5	4	4	5

\$comparison

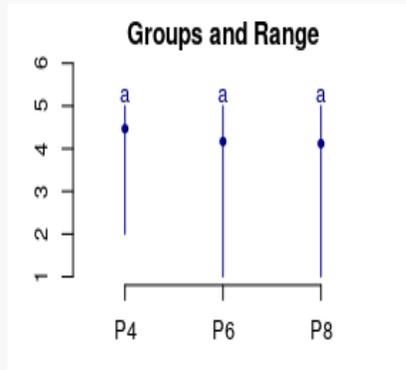
NULL

\$groups

	crocantes	groups
P4	100.24167	a
P6	86.95000	a
P8	84.30833	a

attr(,"class")

[1] "group"



	Difference	pvalue	Signif.	LCL	UCL
P4 - P6	13.291667	0.1265		-3.794492	30.37783
P4 - P8	15.933333	0.0674		-1.152825	33.01949
P6 - P8	2.641667	0.7606		-14.444492	19.72783

Sabor

```

$statistics
  Chisq  Df    p.chisq
  7.045223  2    0.02952224

$parameters
  test          p.adjusted
  Kruskal-Wallis      none

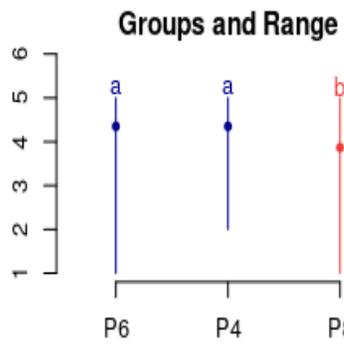
$means
  sabor      rank      s
P4 4.350000  96.69167  0.755
P6 4.350000  97.80000  0.8197767
P8 3.866667  77.00833  1.1566560

$comparison
NULL

$groups
  sabor      groups
P6 97.80000  a
P4 96.69167  a
P8 77.00833  b

attr(,"class")
[1] "group"

      Difference  pvalue  Signif.    LCL      UCL
P4 - P6  -1.108333  0.8986
P4 - P8  19.683333  0.0247  *
P6 - P8  20.791667  0.0177  *
  
```



Anexo 7. Composición de los aminoácidos en la barra alimenticia.



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 001307-2021

SOLICITANTE
 DIRECCIÓN LEGAL
 PRODUCTO
 NUMERO DE MUESTRAS
 IDENTIFICACIÓN/MTRA
 CANTIDAD RECIBIDA
 MARCA(S)
 FORMA DE PRESENTACIÓN
 SOLICITUD DE SERVICIOS
 REFERENCIA
 FECHA DE RECEPCIÓN
 ENSAYOS SOLICITADOS
 PERÍODO DE CUSTODIA
RESULTADOS:

: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 : AV. LA MOLINA NRO. SN LIMA - LIMA - LA MOLINA
 RUC : 20147897406 Teléfono : 999443442

: CEREALES ENRIQUECIDOS CON PROTEINAS DE POTA TIPO POP
 AZUCARADOS Y SABORIZADOS CON COCO

: Uno
 : MUESTRA B
 : 272,8 (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
 : S.M.
 : Envasado, la muestra ingresa en bolsa cerrada.
 : S/S N°EN- 000466 -2021
 : ACEPTACION TELEFONICA
 : 12/02/2021
 : FÍSICO / QUÍMICO
 : No aplica

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:
 ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Aminoácidos	
- Ácido Aspártico (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,69
- Ácido Glutámico (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	1,30
- Serina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,46
- Glicina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,31
- Histidina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,13
- Treonina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,37
- Alanina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,24
- Arginina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,97
- Prolina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,47
- Tirosina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,25
- Valina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,39
- Metionina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,20
- Leucina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,51
- Lisina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,78
- Isoleucina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,43
- Fenilalanina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,42
2.- Triptófano (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,06
3.- Proteína (g / 100g de muestra original)(Factor: 6,25)	9,2

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 001307-2021

Pág. 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS

N° 001307-2021

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1.- Analytical Biochemistry 136, 64-65 1984
- 2.- LMCTL-006F 2001
- 3.- AOAC 978.04 Cap. 3, Pág. 28, 21st Edition 2019

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 16/02/2021 Al 15/03/2021.

ADVERTENCIA:

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 15 de Marzo de 2021

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM

Biol. Jorge Antonio Chávez Pérez
Director Ejecutivo (e)
CBP - N° 2503

Pág. 2/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal -  la molina calidad total

Anexo 8. Valor biológico de las barras alimentarias.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN
LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

RESULTADOS FINALES VALOR BIOLÓGICO VERDADERO INFORME DE ENSAYO N° EB19 - 0201

SOLICITANTE : ANDRÉS MOLLEDA ORDOÑEZ
MUESTRA : Barrita alimenticia de mezcla de cereales y papa extruida

PARAMETRO	MUESTRAS	
	Barrita alimenticia de mezcla De cereales y papa extruida	Dieta APROTEICA
Número de animales	06	06
Peso inicial, (g)	55.33	65.40
Peso Final (g)	61.60	58.32
Ganancia de peso (g)	6.27	-7.08
Alimento Consumido (g)	32.12	27.02
Materia seca del alimento, (%)	93.67	93.54
Nitrógeno en alimento, (%)	1.40	0.11
Nitrógeno consumido (g) - NI	0.4502	0.0285
Promedio de Heces Excretadas, (g)	1.96	4.43
Materia seca de heces, (%)	69.84	17.31
Nitrógeno en heces, (%)	3.31	1.20
Nitrógeno excretado en heces, (g) - NF	0.0649	0.0358
Densidad de la orina	1.0075	1.0035
Promedio de Orina Excretada, (ml)	24.91	29.75
Promedio de Orina Excretada, (g)	25.10	29.87
Nitrógeno en orina (%)	0.35	0.28
Nitrógeno excretado en orina, (g) - NU	0.0872	0.0633
VALOR BIOLÓGICO, (%)	94.32	--

$$VBv = \frac{NI - (NF - NFK) - (NU - NUK)}{NI - (NF - NFK)} \times 100$$

NI = Nitrógeno ingerido por el grupo de animales alimentado con dieta proteica
NF = Nitrógeno excretado en heces del grupo de animales alimentado con dieta proteica
NU = Nitrógeno excretado en orina del grupo de animales alimentado con dieta proteica.
NKF= Nitrógeno excretado en heces del grupo de animales alimentado con dieta aptoteica.
NUK= Nitrógeno excretado en orina del grupo de animales alimentado con dieta aptoteica.


Dr. Carlos Gómez Bravo
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



La Molina, 20 de Febrero del 2019

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830

Anexo 9. Ficha Técnica de la Kiwicha

	
FICHA TÉCNICA	
Área: Calidad	
Producción: 2020	
Versión: 06	
PRODUCTO	HARINA DE KIWICHA
COMPOSICIÓN	100% Kiwicha (<i>Amaranthus caudatus L</i>)
PROCESO DE OBTENCION	Obtenido de las semillas de la kiwicha por procesos de molienda, tamizado, tratamiento térmico y envasado; cumpliendo la Buenas Prácticas de Manufactura en ambientes controlados asépticamente.
CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICOS	Aspecto : Polvo fino, libre de material extraño. Color : Blanco a crema. Olor : Característico a kiwicha. Agradable a nuez Sabor : Característico a kiwicha.
REQUISITOS FISICO-QUIMICOS	Humedad* : Máximo 12.0% Granulometría* : Mesh N° 30 Según Especificación Interna Kumara Food EIRL. (*) Valor sujeto a modificación.
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	Mohos ufc/g. : Máx. 10 ⁴ Escherichia coli ufc/g : Máx. 10 Salmonella sp. Ausencia/ 25g. : Ausencia. Según Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano - RM 591-2008/ MINSA.
TRATAMIENTO DE CONSERVACION	Tratamiento térmico – Calor seco
USO PREVISTO	Producto para ser utilizado como insumo y/o materia prima en procesos de elaboración de productos alimenticios de consumo humano. Requiere de <u>tratamiento previo</u> .
EMPAQUE Y PRESENTACIÓN	Primer Empaque: Bolsa de polietileno grado alimentario de primer uso x 5 kg. Segundo Empaque: Caja de cartón conteniendo 4 bolsas x 5 kg. El empaque y peso puede ser también de acuerdo a las especificaciones del Cliente.
VIDA ÚTIL	24 meses, a partir de la fecha de empaque en condiciones normales de almacenamiento recomendados por el fabricante.
DATOS DE ETIQUETA	Marca KUMARA FOOD, se indica: Nombre del producto, cantidad, lote, peso bruto, peso neto, tara, fecha de producción, fecha de vencimiento, registro sanitario, información del fabricante, condiciones de almacenamiento.
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	Temperatura ambiental: menor a 30 °C. Humedad Relativa: menor a 85%. Proteger del calor, luz, humedad y olores penetrantes. Apilamiento 5 cajas.
DISTRIBUCION Y TRANSPORTE	Debe ser transportado en un vehículo higienizado y seco, no debe estar en contacto con el piso o tierra y con otros productos que emanen fragancias.
REGISTRO SANITARIO	E4507512N NAKMFO

Calle Los Asteroides 103 Urb. La Campaña Chorrillos Lima-Perú	Teléfono: 717 39 66
E-mail ventas@kumarafood.com	contabilidad@kumarafood.com dt@kumarafood.com
www.kumarafood.com	

Anexo 10. Ficha técnica de gritz de maíz

Ficha Técnica

GRITS SNACK AL CODIGO: 23120001CM (Exportación)
CODIGO: 23120006CM

GRITS SNACK AL Es un producto obtenido de la molienda seca del grano de maíz, el cual es descascarado, desgerminado y molido de manera que cumpla con los requerimientos establecidos.

PROPIEDADES FISICO QUIMICAS

Propiedades	Valores típicos
Apariencia	Sólido granuloso
Color	Amarillo
Humedad %	12.0 -13.5
Grasa %	0.4 – 1.0
Aflatoxinas (ppb)	Max. 20
Partículas metálicas mg/kg	Max. 0.25

GRANULOMETRIA

	Min.	Max.
Queda malla N° 16 %	1.35	3.4
Queda malla N° 20 %	45.0	65.0
Queda malla N° 25 %	20.0	35.0
Queda malla N° 30 %	8.0	15.0
Queda malla N° 40 %	1.0	3.0
Queda malla N° 50 %	0.0	0.2
Pasa malla N° 50 %	0.0	0.2

PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS

Propiedades	Valores típicos
Mohos, UFC/g	Max. 10000
Bacillus cereus UFC/g	Max. 1000
E. coli/ g	Ausente
Salmonella/25 g	Ausente

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- Es un producto con bajo contenido de fibra, libre de sustancias extrañas.
- Alimento rico en carbohidratos y bajo contenido de grasa
- Alimento permitido para los celíacos

APLICACIONES

En la Industria Alimenticia, en productos extruidos y horneados.

DECLARACION DE LA ETIQUETA

Grits Snack AL
Registro Sanitario E5150314N - NAIGPR

PRESENTACION Y VIDA MEDIA

Sacos de polipropileno laminado x 25 kg
La vida media es 06 meses desde la fecha de manufactura.
Se recomienda Almacenarlos sobre pallets, en un local cubierto, limpio y seco

ESTADO REGULATORIO

RM N° 591-2008/MINSA NTS 071 – V.2