



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
“FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS”
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



**“Formulación de un producto extruido fortalecido con tres niveles de proteínas
proveniente de harina de pota (*Dosidicus gigas*)”**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR
BACH. CASTAÑEDA ANACLETO, ANDERSON
BACH. ORDINOLA FALLA, JUAN

ASESOR
Ing. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
“FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS”
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



**“Formulación de un producto extruido fortalecido con tres niveles de proteínas
proveniente de harina de papa (*Dosidicus gigas*)”**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR

BACHILLER CASTAÑEDA ANACLETO, ANDERSON ENRIQUE
BACHILLER ORDINOLA FALLA, JUAN ISMAEL

APROBADO POR:

M. Sc Rubén Darío Sachún García
PRESIDENTE

Dr. Jaime Lucho Cieza Sánchez
SECRETARIO

Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca
VOCAL

Ing. M. Sc. Juan Francisco Robles Ruiz
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios y a mi madre María del Carmen Anacleto Nombera, que, con amor y sacrificio, me por motivarme moral y materialmente para culminar mis estudios universitarios, obtener un título y así asegurarme una vida digna y clara en el futuro.

A mis docentes que supieron inculcarme todos sus conocimientos por estos años de vida Universitaria.

Este proyecto lo dedico de manera especial a las personas que formaron parte de mi vida y que a pesar de que ahora no se encuentran físicamente, sé que me cuidan y me dan sus bendiciones donde quiera que estén.

Anderson Enrique Castañeda Anacleto

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre Betty Falla Quiroz, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste.

Mis hermanos, Nancy Violeta, Lilia Margot y José Luis, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Juan Ismael Ordinola Falla

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecemos a la UNPRG- Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias

Por habernos aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar nuestra carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos, su apoyo y orientación durante el desarrollo de nuestra carrera profesional.

Agradecemos a nuestro asesor Ing. M. Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

Por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo de la tesis.

Y para finalizar, nuestro agradecimiento también va dirigido a todos aquellos compañeros de clase

Que durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a nuestras ganas de seguir adelante en nuestra carrera profesional.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
I. RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
II. INTRODUCCIÓN.....	12
III. MARCO TEORICO	15
3.1. MATERIAS PRIMAS	15
3.1.1. Harina de trigo.	15
3.1.1.1. Generalidades.....	15
3.1.1.2. Composición química.	16
3.1.1.3. Justificación de elección.....	17
3.1.2. Maíz.....	19
3.1.2.1. Generalidades.....	19
3.1.2.2. Composición química.	19
3.1.2.3. Justificación de elección.....	20
3.1.2.4. Harina de maíz	21
3.1.2.4.1. Definición.....	21
3.1.2.4.2. Valor nutritivo y beneficio	21
3.1.3. Harina de pota	22
3.1.3.1. Generalidades.....	22
3.1.3.2. Composición química.	22
3.1.3.3. Justificación de elección.....	26
3.2. EXTRUSION	28
3.2.1. Definición.....	28
3.2.2. Extrusión a baja presión.....	29
3.2.3. Extrusión a alta presión.....	30
3.2.4. Principales variables en la extrusión	30
3.2.5. Efecto de la extrusión sobre los almidones	31
3.2.6. Efecto de la extrusión sobre las proteínas.....	32
3.2.7. Efecto de la extrusión sobre las grasas.....	32
3.2.8. Efecto de la extrusión sobre las vitaminas	32
3.2.9. Efecto de la extrusión sobre las características organolépticas.....	33
3.3. Beneficios	33
3.4. Justificación de elección.....	36
3.5. Snacks	37
3.5.1. Definición.....	37

3.5. ANALISIS SENSORIAL.....	37
3.5.1. Conceptos generales.	37
3.5.2. Los sentidos.....	38
3.5.2.1. La vista.....	38
3.5.2.2. El Olfato	39
3.5.2.3. El Gusto	40
3.5.2.4. El Tacto	40
3.5.2.5. El Oído	41
3.5.3. Panelistas	42
3.5.3.1. Tipos de panelistas.....	42
3.5.3.2. Selección de panelistas.....	43
3.5.4. Pruebas sensoriales.	43
3.5.4.1. Pruebas Analíticas Discriminativas.....	44
3.5.4.2. Pruebas Analíticas Descriptivas.	44
3.5.4.3. Pruebas Afectivas.....	45
3.5.4.3.1. Pruebas de preferencia.....	45
3.5.4.3.2. Pruebas de satisfacción	45
3.5.4.3.2.1. Escala hedónica verbal.....	45
3.5.4.3.2.2. Escala hedónica facial	45
IV. METODOLOGÍA.....	46
4.1 Variables	46
4.1.1. Definición de variables.	46
4.1.1.1. Variable Dependiente:	46
4.1.1.2. Variables Independientes:	46
4.1.2 Operacionalización de las variables.	46
4.2 Materia prima e insumos	47
4.3 Materiales y equipos.....	48
4.4. Elaboración del producto extruido	48
4.4.1 Recepción de materia prima e insumos	48
4.4.2 Selección de materia prima e insumos.....	48
4.4.3 Molienda de granos	48
4.4.4 Tamizado	49
4.4.5 Pesado de materia prima e insumos	49
4.4.6 Mezclado	49
4.4.7 Extrusión.....	49
4.4.8 Enfriado	49
4.4.9 Empacado.....	49

4.4.10. Almacenamiento	49
4.5. Métodos de análisis.....	51
4.5.1. Análisis proximales.	51
4.5.1.1. Análisis proximal a materias primas	51
4.5.1.2. Análisis proximal a producto terminado	51
4.5.2. Análisis sensorial	52
4.5.2.1 Población de estudio	52
4.5.2.2 Tamaño de muestra (panel).....	52
4.5.2.3 Aplicación de la prueba sensorial y de aceptabilidad	52
4.4.2.4 Análisis de datos	56
4.5.3. Análisis de calidad del producto terminado	56
4.5.3.1. Análisis del contenido de proteína. (balance de aminoácidos).....	56
4.5.3.2. Determinación del índice de absorción de agua	56
4.5.3.3. Determinación del índice de solubilidad en agua.....	56
4.5.3.4. Determinación del índice de expansión	57
4.5.3.5. Determinación de densidad aparente	59
4.5.4. Análisis microbiológico del producto terminado.....	59
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	60
5.1. Análisis proximales de materias primas.....	60
5.2. Análisis sensorial.....	65
5.3. Análisis microbiológico del producto terminado	69
5.4. Análisis aminoácidos (Balance de aminoácidos).....	69
VI. CONCLUSIONES.....	72
VIII. RECOMENDACIONES.....	73
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
X. ANEXOS	76
10.1. Elaboración del producto extruido	76
10.2. Análisis bromatológicos.....	85
10.3. Certificado de análisis microbiológico	87
10.4. Certificado de balance de aminoácidos de la muestra con mayor aceptación	88

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Proteínas presentes en el trigo	16
Tabla 2 Distribución de las fracciones de proteínas en el grano de maíz (en seco).....	20
Tabla 3 Composición química de la harina de maíz en base a 100 g	21
Tabla 4 Características nutricionales de productos cárnicos y pesqueros	23
Tabla 5 Participación de las exportaciones de pota en empresas de Piura	25
Tabla 6 Ventajas y desventajas de los derivados de la pota	27
Tabla 7 Variables que intervienen en el proceso de extrusión	31
Tabla 8 Condiciones de procesado	35
Tabla 9 Aspectos para una adecuada formulación de los alimentos.....	36
Tabla 10 Operacionalización de las variables.	47
Tabla 11 Cantidades de cada tratamiento	51
Tabla 12 Composición proximal de materias primas expresados en 100 g.....	60
Tabla 13 Contenido de proteína total y estimación de proteína proveniente de la harina de pota y de los demás insumos según el nivel de fortalecimiento del producto extruido. 61	
Tabla 14 Composición proximal de muestra con mayor aceptación en 100 gr.....	61
Tabla 15 IAA, ISA, índice de expansión y densidad aparente de los niveles de fortalecimiento	62
Tabla 16 Análisis microbiológico de muestra extruida con mayor aceptación	64
Tabla 17 Promedio de la prueba organoléptica según el nivel de fortalecimiento del producto extruido (n=67)	64
Tabla 18 Respuestas de los evaluados según olor de aceptabilidad para cada nivel de fortalecimiento de producto extruido	65
Tabla 19 Respuestas de los evaluados según textura de aceptabilidad para cada nivel de fortalecimiento de producto extruido	67
Tabla 20 Respuestas de los evaluados según sabor de aceptabilidad para cada nivel de fortalecimiento de producto extruido	68
Tabla 21 Balance de aminoácidos	70

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Pruebas sensoriales y su clasificación	44
Figura 2 Flujograma de elaboración de producto extruido.....	50
Figura 3 Encuesta de sabor para niños.....	53
Figura 4 Encuesta de olor para niños.....	54
Figura 5 Encuesta de textura para niños	55
Figura 6 Flujograma de determinación del índice de absorción de agua e índice de solubilidad en agua de los productos extruidos.....	58
Figura 7 Muestras oficiales con aceptación.....	63
Figura 8 Recepción de harina de pota.....	76
Figura 9 Recepción de maíz	76
Figura 10 Recepción de trigo.....	77
Figura 11 Selección de materia prima e insumos	77
Figura 12 Molienda de granos	77
Figura 13 Pesado de materia prima e insumos	78
Figura 14 Mezclado	78
Figura 15 Extrusor	79
Figura 16 Medición de diámetro de boquilla.....	79
Figura 17 Especificaciones del extrusor	80
Figura 18 Precalentamiento del extrusor	80
Figura 19 Extrusión propiamente dicha.....	81

I. RESUMEN

El estudio realizado tuvo como materia de investigación los beneficios de la pota en cuanto a su valor nutricional y se vea reflejado en el consumo de las personas que necesitan, en este caso aportan un alto nivel proteico, y son los más pequeños de casa, ellos están en vías de desarrollo y necesitan componentes para tener tal, y son los más acertados en la aceptación de un producto, por ello son un desafío nuestra propuesta de alimento enriquecido.

Se realizó un estudio de tipo tecnológico con el objetivo de determinar la calidad nutricional de un producto extruido fortalecido con tres niveles de proteínas proveniente de harina de pota. Se formuló 3 niveles de fortalecimiento: 2%, 4 % y 6 % además un producto extruido sin fortalecer (0 %) como muestra de comparación. La harina de pota se obtuvo a partir de una cocción, secado y molido por una planta de proceso de harina de pota y para la obtención del producto extruido se utilizó un extrusor de un tornillo sinfín. La calidad nutricional se determinó a partir del contenido de proteína, análisis proximal, fisicoquímico, microbiológico y la prueba de aceptabilidad mediante la evaluación sensorial. Al producto con mayor aceptación en los niños se le hizo análisis bromatológicos, microbiológicos la cual nos clasifica como Producto cocido de consumo directo, como extruidos, expandidos, hojuela instantánea, otros) y aminoácidos, el último de estos es de suma importancia ya que nuestro proyecto tiene la intención de saber la cantidad exacta de cada aminoácido que aporta a la alimentación del niño al consumirlo.

El producto extruido fortalecido con 2%, el cual tiene una mayor aceptación en niños, presenta un elevado contenido de proteína 12 g/100 g, con respecto del análisis microbiológico indica que el producto extruido **fue apto para el consumo humano**. La prueba de aceptabilidad se realizó con niños de I.E. “Juan Pablo Vizcardo y Guzmán Zea” - La Victoria y “Estrellitas del Saber” – José Leonardo Ortiz, con previa autorización de dirección y padres de familia, hubo diferencia significativa entre las tres muestras de productos extruidos ($p < 0,05$) En conclusión, el producto extruido fortalecido con 2% de proteína proveniente de harina de pota presentó una adecuada calidad nutricional y fue más aceptable que el producto extruido fortalecido con 4% y 6% de proteína proveniente de harina de pota.

ABSTRACT

The study carried out as research material the benefits of pota in terms of its nutritional value and is reflected in the consumption of the people they need, in this case they provide a high protein level, and they are the smallest at home, they They are developing and need components to have such, and are the most successful in the acceptance of a product, so our proposed balanced feed is a challenge.

A technological study was carried out with the objective of determining the nutritional quality of an extruded product fortified with three levels of protein from pota meal. Three levels of fortification were formulated: 2%, 4i% and 6i% plus an unfortified extruded product (0%) as a comparison sample. squid flour was obtained from a cooking, drying and grinding by a squil processing plant and to obtain the extruded product, a screw extruder was used. The nutritional quality was determined from the protein content, proximal analysis, physicochemical, microbiological and the acceptability test by sensory evaluation. The product with greater acceptance in children will be subjected to bromatological analyzes, microbiological which classifies us as a cooked product of direct consumption, such as extruded, expanded, instant flake, others and aminoacids, the last of these is of utmost importance since our project has the intention of knowing the exact amount of each amino acid that contributes to the child's diet when consuming it.

The extruded product fortified with 2%, which has a greater acceptance in children, presents a high protein content of 12 g / 100 g, with respect to the microbiological analysis it indicates that the extruded product was suitable for human consumption. The acceptability test was performed with children of I.E. "Juan Pablo Vizcardo and Guzmán Zea" - La Victoria and "Estrellitas del Saber" - José Leonardo Ortiz, with previous authorization of management and parents, there was a significant difference between the three samples of extruded products ($p < 0,05$) In conclusion, the extruded product fortified with 2% protein from pota flour presented an adequate nutritional quality and was more acceptable than the extruded product fortified with 4% and 6% protein from squid meal.

II. INTRODUCCIÓN

La desnutrición infantil ha sido catalogada por UNICEF (2013) como “una emergencia silenciosa: genera efectos muy dañinos que se manifiestan a lo largo de la vida de la persona, y que no se detectan de inmediato”. La primera señal es el bajo peso, seguido por la baja altura; sin embargo, ellas son solo las manifestaciones más superficiales del problema. Según UNICEF (2013), “hasta el 50% de la mortalidad infantil se origina, directa o indirectamente, por un pobre estado nutricional. La etapa más vulnerable del desarrollo humano va desde la gestación hasta los tres años”. En este periodo se forma el cerebro y otros órganos vitales como el corazón, el hígado y el páncreas. Por esta razón, un individuo malnutrido durante esa etapa de su vida es más vulnerable a los efectos negativos de dicha condición. Hay que considerar, además que, dado el rápido crecimiento de los niños en sus primeros años, los requerimientos nutricionales son más altos y específicos, y que la alimentación depende enteramente de terceros (padres o cuidadores), quienes pueden no tener los recursos y/o los conocimientos suficientes para llevar a cabo esta tarea de forma adecuada. Una mala nutrición en edad temprana tiene efectos negativos en el estado de salud del niño, en su habilidad para aprender, para comunicarse, para desarrollar el pensamiento analítico, la socialización y la habilidad de adaptarse a nuevos ambientes (Omar, 2013),

En nuestro país los productos extruidos llegan bajo la forma de snacks, corn flakes e incluso los chizitos que se consumen y tienen alta preferencia en nuestra población infantil. La extrusión es un proceso en que una mezcla de alimentos es forzado a fluir, en virtud a parámetros adecuados, de las condiciones de mezcla, humedad, temperatura y corte a través de un troquel que está diseñado para dar forma al producto final (Qing-Bo, 2006).

El objetivo principal de la extrusión consiste en ampliar la variedad de alimentos que componen la dieta elaborando a partir de insumos básicos, productos alimenticios de distinta forma, textura y color, además de obtener un producto de consumo directo por ser previamente cocido (Stanley, 2009).

El valor nutritivo de los productos extruidos en forma general está relacionado con determinados parámetros ya sea en las pérdidas vitamínicas que dependen del tipo de

alimento, de su contenido en agua, del tiempo y la temperatura de tratamiento. Las temperaturas elevadas y la presencia en el medio de azúcares, provocan la reacción de Maillard y afecta a la calidad de la proteína del alimento, por el contrario, temperaturas inferiores y concentraciones bajas en azúcares provocan cambios en la estructura de las proteínas mejorando su digestibilidad. En cuanto a las proteínas tal bajo condiciones moderadas de cocción que implican altas temperaturas en corto tiempo, se desnaturalizan en un menor porcentaje (Kent, 2001).

Con respecto a los carbohidratos, durante la extrusión el esfuerzo de corte físicamente rompe los gránulos de almidón y permite la transferencia de agua al interior de las moléculas de almidón. En relación a los efectos de la extrusión sobre los lípidos, se ha reportado que durante el proceso de cocción por extrusión se forman complejos amilosa-lípido y es una de las razones probables de la baja extracción de las grasas en los productos extruidos. (Stanley, 2009).

Los productos extruidos presentan características funcionales que son medidas a través del índice de absorción de agua (medida de hinchamiento del almidón), índice de solubilidad en agua (está relacionado con la cantidad de sólidos solubles, la exposición de grupos hidrofílicos y la dextrinización) e índice de expansión (dependiente de las propiedades de viscosidad y elasticidad de la masa ablandada, expresada como el diámetro promedio del extruido y el diámetro del dado o troquel). (Stanley, 2009).

La evaluación sensorial es una disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a las características de los alimentos; los cuales son percibidos por los sentidos de olfato, gusto, tacto, vista y oído. El empleo de la evaluación sensorial dentro de un marco estructurado permite la toma de decisiones. Las pruebas de aceptación se emplean para evaluar el grado de aceptabilidad del producto. Dentro de las pruebas de aceptación para situaciones concretas se utiliza en particular la prueba hedónica, la cual está diseñada para medir el grado de satisfacción de un producto o alimento, que oscila desde me disgusta muchísimo a me gusta muchísimo (Sancho, 2015).

Dentro de los objetivos que queremos alcanzar, el general sería ***Determinar la calidad nutricional y el nivel de aceptabilidad de un producto extruido fortalecido con tres niveles de proteínas proveniente de harina de pota (Dosidicus gigas)***

En cuanto a los objetivos específicos serían: **A.** Caracterizar las harinas que serán la materia prima (Harina de pota, harina de maíz, harina de trigo). **B.** Determinar las características fisicoquímicas del producto extruido fortalecido con tres niveles de proteína proveniente de harina de pota. **C.** Determinar la composición proximal de cada producto extruido de acuerdo con el nivel de fortalecimiento. y **D.** Determinar el nivel de aceptabilidad del producto extruido fortalecido con tres niveles de proteína proveniente de harina de pota.

III. MARCO TEORICO

3.1. MATERIAS PRIMAS

3.1.1. Harina de trigo.

3.1.1.1. Generalidades.

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Género: *Triticum*

Especie: *Triticum spp*

El trigo, como los demás cereales, es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las gramíneas. Actualmente, los trigos duros o cristalinos se clasifican botánicamente como *Triticum turgidum*, subespecie *durum*, y los harineros como *Triticum aestivum*, subespecie *vulgaris*. Las partes del trigo son:

- Sistema radicular: El trigo tiene raíces fasciculadas. El mayor o menor desarrollo de las raíces es función de muchas variables, tales como la textura del terreno, la situación de la capa freática, la época de la siembra, la mayor o menor cantidad de lluvia caída en las primeras fases de su desarrollo, la variedad, etc. El 50% de la raíz está comprendido entre 0 y 25 cm de profundidad y el resto puede llegar hasta un metro, y en suelos sueltos hasta 1,50 m. (Gómez, 2015).
- Tallo: Al comienzo de la fase vegetativa, el tallo se halla dentro de una masa celular que constituye el nudo de ahijamiento. Este tallo presenta brotes axilares, de los que se originan los tallos hijos. El tallo se alarga durante el encañado y lleva 7 u 8 hojas envainadoras a lo largo de la longitud de un entrenudo. (Gómez, 2015).
- Hojas: Las hojas son cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta.
- Espiga: La espiga se forma en el brote terminal del nudo del ahijamiento. Cuando termina el ahijamiento comienza a elevarse en el tallo (Gómez, 2015).

3.1.1.2. Composición química.

Las proteínas de la harina de trigo pueden clasificarse con base en: Solubilidad y Funcionalidad. Esta clasificación fue desarrollada por Osborne y consiste en una serie de extracciones consecutivas con: agua, solución de sal diluida, solución de alcohol y solución de ácidos o álcalis diluidos. Usando esta secuencia de separación, las proteínas se pueden clasificar en albúminas, globulinas, gliadinas y gluteninas respectivamente. La tabla 1, muestra las proteínas presentes en las diferentes fracciones, además su papel biológico y funcional (Gómez, 2015).

Tabla 1

Proteínas presentes en el trigo

<i>Fracción</i>	<i>Comportamiento en Solubilidad</i>	<i>Composición</i>	<i>Papel biológico</i>	<i>Papel funcional</i>
<i>Albuminas</i>	<i>Extraíble en agua</i>	<i>Proteínas no del gluten</i>	<i>Proteínas estructurales y Metabólicas</i>	<i>Variable</i>
<i>Globulinas</i>	<i>Extraíble en sales diluidas</i>	<i>Proteínas no del gluten</i>	<i>Proteínas estructurales y metabólicas</i>	<i>Variable</i>
<i>Gliandinas</i>	<i>Extraíbles en soluciones de alcohol</i>	<i>Proteínas del gluten</i>	<i>Proteínas de almacenamiento de la semilla tipo Prolaminas</i>	<i>Viscosidad a la masa/ extensibilidad</i>
<i>Gluteninas</i>	<i>Extraíble en ácido acético diluido</i>	<i>Proteínas del gluten</i>	<i>Proteínas de almacenamiento de la semilla tipo Prolaminas</i>	<i>Elasticidad a la masa/ tenacidad</i>

Recuperado de “Tecnología alimentaria y agroindustria rural” por Gómez .2015

Una fracción importante de proteínas se excluye de las fracciones de Osborne porque no son extraíbles con ninguno de los disolventes utilizados. Las fracciones de Osborne no proporcionan una clara separación entre las proteínas para poder diferenciarlas

bioquímicamente, genéticamente o en funcionalidad durante la elaboración de pan. Actualmente los nombres gliadinas y gluteninas son generalmente usados para indicar la relación bioquímica/funcionalidad de las proteínas en lugar de la exclusiva solubilidad de la fracción de Osborne. El fraccionamiento de Osborne se usa todavía extensamente en estudios que relacionan la composición de proteínas con su funcionalidad, en la elaboración de pan. Además, debido a que este método de separación es relativamente simple, a menudo es muy usado como una etapa de separación inicial para obtener fracciones semipuras de proteína (Gómez, 2015).

3.1.1.3. Justificación de elección.

La mayor parte del trigo completo libre de envolturas se destina para elaborar harinas. Esta harina es usada para productos tales como el pan, pasteles, galletas y macarrones. (Gómez, 2015).

El trigo tiene una amplia acogida en el mercado ya que tiene múltiples usos y su costo no es muy elevado. En la industria del trigo se encuentran:

- Trigo integral: Grano descortezado libre del pericarpio y del tegumento externo, se conserva la hialina y sirve de protección al núcleo amilación y evita que se desprenda el germen; con el fin de aprovechar al máximo los elementos nutritivos del trigo, sin desperdiciar tan alta proporción de nutrientes, como se hace al preparar las harinas refinadas. (Gómez, 2015).
- Trigo malteado: Se puede preparar con trigo integral, que se pone a germinar para que aumente las proporciones de vitamina b y c para que hidrolicen parcialmente los alimentos y después se aplastan los granos, se deshacen y se envasan. (Gómez, 2015).
- Trigo inflado: Se usan para servirlo con leche, es el desayuno o algunos postres, es el alimento de precio alto y bajo valor nutritivo, esto es lo que llamaríamos un snacks de desayuno. (Gómez, 2015).
- Harina: Con el término harina se designa al producto de la molienda del grano de trigo, generalmente el blando, sin impurezas. Es el producto más importante derivado de la molturación de los cereales, especialmente del trigo maduro. (Gómez, 2015).

- Pan: La panificación consiste en la obtención de pan a partir de harina, a la que se añade agua, sal y levadura. La gran variedad y tipos de pan que existen hace que sea imposible conocer la composición de todos ellos. Está en dependencia de los elementos que se añaden o de la forma como se fabrica. Los suplementos pueden ser azúcar, miel, leche, germen de trigo, gluten, pasas, higos, etc. El pan integral es el que se prepara con una harina cuya tasa de extracción es del 90-98%. **(Gómez, 2015).**
- Bollería: Así se denomina a una serie de productos alimenticios elaborados a base de harina, azúcar, materias grasas y otros alimentos. Gran parte de la bollería puede considerarse "dura": galletas hechas con mantequilla (no contienen huevo). Otra parte importante es "blanda": magdalenas, cakes (contienen huevo). **(Gómez, 2015).**
- Pasta: Se obtiene a partir de trigo duro, tras realizar una serie de operaciones semejantes a las que se hace con el blando. Puede ser sencilla o compuesta, si se le añaden otros alimentos, como verduras, huevo, etc. La pasta es una forma especial de utilización de los cereales en la alimentación humana, ya que se fabrica con harina de trigos duros, más ricos en proteínas que las procedentes de los blandos, con los que habitualmente se hace el pan. El bajo contenido hídrico de la pasta favorece su conservación durante largo tiempo, sin pérdida de las características organolépticas y nutritivas. **(Gómez, 2015).**
- Sémola: La trituración del grano de trigo, pero conteniendo pequeñas cantidades de cáscara, se conoce como sémola. **(Gómez Fausto, 2015).**
- Cereales Para Desayuno: Los cereales para desayuno son productos elaborados por la industria a partir de diversos granos, principalmente trigo, maíz y arroz, sometidos a procesos por los que se consiguen que estallen, se expandan, se hinchen o se aplasten, de manera que estén listos para tomar. Conservan su valor nutricional y son más digeribles que como grano entero y natural. **(Gómez, 2015).**

3.1.2. Maíz

3.1.2.1. Generalidades.

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Subclase: *Commelinidae*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Subfamilia: *Panicoideae*

Tribu: *Andropogoneae*

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays*

El maíz (*Zea mays L.*) pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual de tallo simple y erecto, sin ramificaciones que llega a alcanzar los 4 metros de altura. Posee un sistema radicular fibroso o fasciculado que provee un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos a nivel del suelo de donde brotan raíces secundarias o adventicias. El maíz es una especie que se reproduce por polinización cruzada. Su inflorescencia es monoica con flor masculina y femenina separada dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina se presenta en una panícula que posee una cantidad muy elevada de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la flor femenina se forma en unas estructuras vegetativas llamadas espádices (mazorca) que se disponen en los laterales del tallo. Las hojas son largas, lanceoladas y con vellosidades en su haz. (Cadena y Yanes, 2016).

3.1.2.2. Composición química.

Datos indican que el contenido proteico de diferentes variedades de maíz se halla en el orden de 6-12% en base seca. Cerca del 75% de la proteína de maíz está contenida en el tejido endospermico, mientras que el resto se encuentra en el germen y el salvado (Cadena y Yanes, 2016).

Tabla 2

Distribución de las fracciones de proteínas en el grano de maíz (en seco)

Tipo de Proteína	solubilidad	Grano entero	Endospermo	Germen
Albuminas	Agua	8	4	30
Globulinas	Sal	9	4	30
Glutelinas	Alcali	40	39	25
Zeinas	Alcohol	39	47	5

Recuperado de "Elaboración de un Snacks Extruido Expandido a base de Chocho y gritz de maíz" por Cadena y Yanes. 2016

Las zeínas pertenecen a la categoría de las prolaminas y se hallan presentes mayormente en el endospermo del grano, mientras que las glutelinas están distribuidas tanto en el endospermo como en el germen. Las albúminas y las globulinas se hallan presentes fundamentalmente en el germen (**Cadena y Yanes, 2016**).

Las proteínas del grano de maíz, representadas principalmente por las zeínas y glutelinas, presentan baja calidad debido a que son deficientes en AA indispensables como lisina y triptófano (**Cadena y Yanes, 2016**).

3.1.2.3. Justificación de elección.

En la parte de la tecnología de extrusión, el maíz es el que mejor aporta al índice de expansión ya que contiene un nivel alto de almidón, es por excelencia el más usado para esta tecnología y también su costo es económico.

La mayor parte de la producción de maíz es utilizada para elaborar alimentos balanceados, para este fin el grano es molido íntegramente. Esta molienda no requiere instalaciones especiales, ya que se trata de desintegrar los granos sin clasificar ni separar las partes de los mismos (normalmente se utilizan molinos a martillos). (**Cadena y Yanes, 2016**).

La utilización del maíz en la alimentación humana está destinada en su mayor parte a la producción de almidón (molienda húmeda) y más del 70 % de éste es convertido en jarabes (de glucosa y de fructosa). La otra forma de utilización del maíz en la alimentación humana es a través de la molienda seca, siendo ésta muy variada y dependiente de varios factores, entre ellos los culturales. (**Cadena y Yanes, 2016**).

3.1.2.4. Harina de maíz

3.1.2.4.1. Definición

La harina de maíz es producto, más o menos fino, que se obtiene de la molienda del grano seco del maíz. Está formada fundamentalmente por almidón y de zeína (tipo de proteína).

3.1.2.4.2. Valor nutritivo y beneficio

La harina de maíz presenta, al igual que el grano de esta planta, deficiencias en aminoácidos, por eso muchas veces se le añaden suplementos de los mismos para aumentar sus propiedades alimentarias, principalmente triptófano. Por otra parte este tipo de harina presenta que es una buena fuente de hidratos de carbono, minerales (como magnesio, fosforo, hierro y selenio), especialmente vitaminas E y A (Kent, 2001), en los niveles que se muestran en la tabla N°3.

Tabla 3

Composición química de la harina de maíz en base a 100 g

Análisis proximal	Harina de maíz
Energía (Kcal)	381
Agua (g)	11.9
Proteínas (g)	8.7
Grasa (g)	6.5
Fibra cruda (g)	3.9
Cenizas (g)	1.7
Carbohidratos (g)	71.2
Calcio (mg)	64
Fosforo (mg)	454
Hierro (mg)	2
Tiamina (mg)	0.45
Riboflavina (mg)	0.13
Niacina (mg)	2.25
Acido ascorbido reducido (mg)	1.2

Recuperado de FAO. 2010

3.1.3. Harina de pota

3.1.3.1. Generalidades.

Reino: Animalia

Filo: *Mollusca*

Clase: *Cephalopoda*

Orden: *Teuthida*

Suborden: *Oegopsida*

Familia: *Ommastrephidae*

Subfamilia: *Ommastrephinae*

Género: *Dosidicus*

Especie: *D. gigas* (d'Orbigny 2015)

Calamar gigante (México, Perú), jibia (Chile, Perú), pota (Perú), calamar rojo (Chile) es un molusco de la familia de los cefalópodos, especie oceánica con un tiempo de vida promedio de un año que habita a lo largo de la costa del Pacífico, desde Baja California hasta Valparaíso. Es un depredador que incluye en su dieta sardinas, macarelas, langostillas, merluzas, plancton y otras especies en menor grado, incluyendo el canibalismo como una conducta común. La pota posee aletas terminales y cabeza ancha, un manto cilíndrico, dos tentáculos y ocho brazos que utiliza para capturar a sus presas. (d'Orbigny 2015)

Su atractivo comercial se debe a su abundancia, bajo contenido en grasas y elevado valor nutritivo por la abundancia de proteínas y colágeno en su composición. Por otro lado, su relación entre contenido de taurina y colesterol es un elemento clave para ampliar el mercado a los consumidores de productos que contribuyen a una dieta saludable. (d'Orbigny 2015)

3.1.3.2. Composición química.

De acuerdo con un informe de la FAO y Tepleta Ochoa Donaji, (2014), la pota aporta una cantidad de proteínas similar a otros productos cárnicos como el pollo, la res y el cerdo; sin embargo, su contenido de calorías y grasas es menor, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 4**Características nutricionales de productos cárnicos y pesqueros**

Componentes/productos	Calamar	Pulpo	Pollo	Res	Cerdo
Agua (gr)	81.00	84.80	68.60	71.60	47.80
Proteínas (gr)	16,40	12,60	20,20	20,40	13,4
Grasas (gr)	1.10	1.00	11.10	6.30	37.80
Cenizas (gr)	1.50	1.60	1.40	0.70	
Carbohidratos totales (gr)	0.00	0.00		0.50	
Energía (gr)	76.00	59.00	167.00	142.00	180.00
Ácidos grasos saturados (gr)	0.30		3.20	2.50	13.80
Ácidos grasos polinsaturados (gr)	0.50		2.10		3.60
Colesterol (mg)			67.00	62.00	74.00
Sodio (mg)		89,00	65,00	63,00	44,00
Potasio (mg)		274,00	204,00	358,00	244,00
Calcio (mg)	12,00	39,00	11,00	6,00	5,00
Fósforo (mg)	119,00	109,00	196,00	179,00	
Hierro (mg)	0,50	2,50	0,8	2,30	0,70
Zinc (mg)	4,00	1,70	0,90	4,40	1,60
Tiamina (mg)	0,02	0,02	0,06	0,11	0,57
Riboflavina (mg)	0,12	0,07	0,09	0,19	0,21
Niacina (mg)		1,30	8,90	3,60	3,90

Recuperado de “Análisis estacional de las características químico proximales del Calamar Gigante (*Dosidicus Gigas*) recolectado en Santa Rosalía” por Ochoa. 2014

La carne de la pota tiene consistencia suave y un sabor característico. Puede aprovecharse hasta 75% de su contenido después de retirar las vísceras. El calamar gigante tiene varios usos: en la industria de alimentos procesados empanizados; la industria de conservas de tentáculos o rejos, en la cual se emplea la pota para reemplazar al pulpo o el calamar patagónico; como complemento para alimentos precocidos; o anillas o tiras congeladas. Los principales derivados de la pota se dividen para su comercialización en cinco grupos principales (Ochoa, 2014).

El primero es en conserva, un alimento enlatado que consiste en trozos de pota presentados en una salmuera sazónada como líquido de cobertura. Es un producto relativamente nuevo en el mercado nacional y puede emplearse como sustituto de las conservas de pescado. El procesamiento abarca corte, cocido, tratamiento para sabor, envasado, evacuación de aire y esterilización, entre otros. No requiere almacenamiento en frío (**Ochoa, 2014**).

De acuerdo con lo declarado por Víctor Nishio, gerente de operaciones de Pesquera Diamante, el consumidor asiático tiene preferencia por los productos frescos, por lo que destinar conservas a este mercado no sería conveniente. Sostiene que su consumo tendría mayor aceptación en lugares a los cuales no pueda llegar el producto en estado fresco o congelado. El segundo grupo son los congelados de pota, denominación genérica de un grupo de productos preparados a partir del manto, la cabeza, los tentáculos y las aletas. En su procesamiento se incorporan las operaciones básicas de preformado y congelado individual, pudiendo ser rebozados y empanados, precocidos y/o prefritos o listos para su consumo previa descongelación y calentamiento. La aceptación de los productos preparados congelados se ha incrementado en los últimos años, principalmente en los segmentos jóvenes, por la rapidez de su preparación (**Ochoa, 2014**).

En las empresas visitadas en la provincia de Paita los productos congelados constituían más de 60% de sus exportaciones de derivados de pota, lo que indica la existencia de un mercado con elevada demanda para estos productos. La participación de las exportaciones de pota de las empresas de Piura se muestra en la tabla 4.

Tabla 5

Participación de las exportaciones de pota en empresas de Piura

N°	RUC	Razón Social	Participación
1.	20132712086	Corporación Refrigerados INY S.A.	13,91
2.	20206228815	Peruvian Sea Food S.A.	19,39
3.	20356922311	Seafrost S.A.C.	10,71
4.	20305673669	Pacific Freezing Company E.I.R.L.	9,27
5.	20205572229	Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.	8,32
6.	20483783583	C.N.C.	8,29
7.	20160272784	Armadores y Congeladores del Pacífico S.A.	5,82
8.	20483957590	Provedora de Productos Marinos S.A.	5,69
9.	20505607831	Pesquera Ribaudó S.A.	5,59
10.	20100160375	Corp.de Ingeniería de Refrigeración S.R.L.	5,20
11.	20502828992	Daewon Susan E.I.R.L.	4,66
12.	20484141411	Fríomar S.A.C.	2,50
13.	20505561318	Inversiones Holding Perú S.A.	2,40
14.	20136165667	Pesquera Hayduk S.A.	1,28
15.	20338054115	Austral Group S.A.A.	1,08
16.	20100145813	Servicios Frigoríficos S.A.	0,80
43.	20484178250	Pesco Marine S.A.C.	0,71
48.	20398230044	Freeko Perú S.A.	0,38

Recuperado de Asociación de Exportadores del Perú (ADEX) y Ministerio de la Producción .2017

El tercer grupo es el del calamar gigante seco, un producto tradicional en China, Japón, Corea y el Sudeste de Asia (Félix, 2006). El producto con mayor potencial de comercialización es el daruma, que es el manto cocido, sazonado y congelado, lo que implica procesos de cocción y congelado. También se presenta como filetes sazonados de pota envasados al vacío que han sido sometidos a un proceso de deshidratación parcial y separación en fibras transversales para facilitar su consumo como «bocadito» (Ochoa, 2014).

Uno de estos es la sakika que, de acuerdo con lo declarado por expertos del ITP, se puede producir en el país, aunque la dificultad radica en obtener el sabor que demandan los consumidores asiáticos. Durante la primera visita a Paita, en la planta de Seafrost S. A. C. se observó una nueva línea de producción para la elaboración de estos derivados. La empresa declaró que esta inversión se basa en la demanda de sus clientes por este tipo de productos. La pasta de calamar forma el tercer grupo de productos para comercializar. Está compuesta de materia prima más flexible que la carne cruda, la cual puede ser utilizada para la elaboración de productos tipo surimi. A partir de esta pasta se pueden preparar otros productos como imitación de carne de camarón, embutidos con sabor a marisco, productos empanizados congelados, productos enlatados como carne molida, imitación de abulón, productos curados como calamar salado, carne ahumada de calamar, carne de calamar saborizada, etcétera (Ochoa, 2014).

3.1.3.3. Justificación de elección.

Su nivel proteico es elevado, y ya que este proyecto está dirigido a quienes más necesitan de esto ya que están en sus primeros años de vida y de su vida académica, donde más usan sus reservas de calorías, niños de 4 a 6 años.

De acuerdo con la entrevista realizada en el ITP, esta institución ha desarrollado la tecnología para elaborar surimi a partir de la pota. En Paita se verificó que ya existen algunas empresas que están incursionando en su elaboración como Daewoon Susan y Arcopa. El último grupo de productos es la harina preparada de desechos de calamar, vísceras o calamar entero, que se considera parte de un proceso de reducción (Ochoa, 2014).

Tabla 6

Ventajas y desventajas de los derivados de la pota

Derivados	Ventajas	Desventajas
Conservas	No requiere almacenamiento en frío.	Producto relativamente nuevo. Producto de menor demanda.
Congelados	Proceso sencillo de fabricación en comparación con otros derivados. Mercado amplio.	Requiere almacenamiento en frío.
Calamar seco	Alta demanda en Asia.	Necesita de secadores. Requiere almacenamiento en frío.
Pasta de calamar	Mayor valor agregado.	El proceso de demanda mayor tecnología. Necesita almacenamiento en frío.
Harina	No requiere almacenamiento en frío.	Se elabora empleando residuos.

Recuperado de “Análisis estacional de las características químico proximales del Calamar Gigante (*Dosidicus Gigas*) recolectado en Santa Rosalía” por Ochoa. 2014

Existen en el mundo distintas especies de calamares. Para efectos de este estudio solo se mencionarán aquellas con las que la pota peruana compite con mayor frecuencia en el mercado, entre las cuales están:

- *Loligo chinensis siboga*: conocida también como calamar mitrado. Se encuentra en el Pacífico occidental, en el sur y este de China hasta el Japón y en el noreste de Australia hasta Nuevo Gales del Sur. Es una especie que se presenta principalmente entre julio y setiembre. **(Ochoa, 2014).**
- *Sepioteuthis lessoniana*: Conocida como totano. Se encuentra en el mar Rojo, noreste de Australia, del norte al centro de Japón, hacia el este de las islas Hawai y en Malasia. Se captura a lo largo del año en el sureste de Asia. **(Ochoa, 2014).**
- *Loligo vulgaris*: Es el calamar mediterráneo que habita en el este del Atlántico, alrededor de las Islas Británicas, en el mar del Norte y el mar Mediterráneo. Principalmente se captura frente a Portugal, en las costas de África y en el Mediterráneo occidental. Se captura sobre todo entre junio y setiembre. **(Ochoa, 2014).**

- *Todarodes sagittatus*: Conocida también como totano. Se ubica en el Atlántico oriental, entre el océano Ártico y el mar Mediterráneo, donde la pesca se efectúa principalmente por la flota italiana. (Ochoa, 2014).
- *Alloteuthis subulata*: Se halla en el Atlántico oeste, el mar del Norte y el Báltico occidental hasta los bancos del Sahara, incluyendo el mar Mediterráneo. (Ochoa, 2014).
- *Illex argentinus*: Se encuentra en las costas de Argentina. (Ochoa, 2014).
- *Todaropsis eblanae*: Habita en el Atlántico oriental, los alrededores de las Islas Británicas, el mar Mediterráneo, el suroeste del océano Pacífico y el sureste del océano Índico. (Ochoa, 2014).
- *Todarodes pacificus*: Habita entre las costas orientales de Asia y las costas occidentales de Canadá, sin incluir el mar de Bering. (Ochoa, 2014).
- *Dosidicus gigas*: Se encuentra a lo largo de la costa occidental de América del Sur, entre México y Tierra del Fuego. Su captura se realiza todo el año, lo que le otorga ventaja frente a otras especies que suelen ser estacionales. Asimismo, se puede someter a tratamientos que ayudan a reducir su acidez. Además, dentro de la categoría de cefalópodos, excluyendo la pota, están el calamar, el pulpo y la sepia, especies que pueden ser sus sustitutos. Una variedad rica en proteínas que puede servir como materia prima para diversos procesos, lo que ha sido sustentado por investigaciones que han encontrado diversas tecnologías que permiten darle distintos niveles de valor agregado para su comercialización. (Ochoa, 2014).

3.2. EXTRUSION

3.2.1. Definición

La extrusión puede definirse como un proceso que involucra el transporte de un material, bajo ciertas condiciones controladas, forzándolo a pasar por una boquilla de una dada geometría y con un caudal masivo pre-establecido, durante este transporte se produce la cocción parcial o total de los componentes de la mezcla (Gonzales, 2012).

La cocción por extrusión es una forma especializada, y única en el procesado de materiales amiláceos debido a que se trata de una cocción a relativamente bajos niveles de humedad, comparado con el horneado convencional o la cocción de masas y pastas.

Los niveles normales de humedad utilizados están en el intervalo de 10 – 40% y a pesar de estos bajos valores de humedad el material se transforma en un fluido dentro del extrusor. Bajo estas condiciones las características físicas de las materias primas, tales como el tamaño de partícula, la dureza y el grado de plastificación alcanzado durante el proceso de extrusión llegan a ser determinantes para la transformación final del material. **(Gonzales, 2012).**

Otra característica de la cocción por extrusión, es que resulta ser un proceso HTST (High Temperature Short Time) pero que además, debido a los esfuerzos de corte que se desarrollan durante el transporte el material en el extrusor, la temperatura se eleva rápidamente (conversión de energía mecánica en calor por flujo viscoso) y así la estructura del material sufre transformaciones profundas en pocos segundos. **(Gonzales, 2012).**

La masa de partículas (harinas de cereales y/o legumbres) más o menos hidratada, es convertida en un fluido de muy alta viscosidad. A medida que ese fluido es transportado, los elevados esfuerzos de corte en combinación con la temperatura, transforman a los elementos estructurales del material, es decir a los gránulos de almidón y a las estructuras proteicas. Existen dos tipos de extrusión: baja y alta presión. **(Gonzales, 2012).**

3.2.2. Extrusión a baja presión

En este proceso, los ingredientes secos se mezclan con agua y se alimentan al extrusor – cocinador. Un fluido a alta temperatura circula a través de la chaqueta y en algunos diseños a través del tornillo, mientras se genera calor adicional por el trabajo desarrollado por la masa. Se controlan la temperatura y tiempo para conseguir el grado de gelatinización del almidón en el producto. **(Cisneros, 2012).**

La masa se enfría, generalmente mediante un molde refrigerado, antes de que se extruya en la atmosfera de modo que el agua contenida no se transforme rápidamente en vapor. Como resultado, la masa extraída se comprime y esta generalmente libre de burbujas en vez que se expanda como espuma y como ocurre a baja presión entonces la temperatura es baja, esto da como resultado bocaditos de poca expansión, paredes burdas y textura dura **(Cisneros, 2012).**

3.2.3. Extrusión a alta presión

Este procedimiento requiere elevar la temperatura de la masa sobre los 100°C. la energía es proporcionada a través de chaquetas y por fricción interna en el extrusor. La compresión de la masa plástica dentro de la cámara mediante la reducción gradual del tornillo previene la vaporización del contenido de agua. Conforme se aumenta la cantidad de orificios la presión decae. El incremento de la velocidad de giro del extrusor aumentara la presión. La masa se mantiene en el extrusor por un tiempo prolongado de modo que es absorbida más energía mecánica y en consecuencia la temperatura se eleva. El incremento de la presión da lugar a que el producto sea llevado a altas temperaturas. Como resultado el material extruido tiene mayor expansión, poros más pequeños y textura blanda (**Cisneros, 2012**).

3.2.4. Principales variables en la extrusión

El grado de Cocción (GC) se incrementa al aumentar la temperatura y la relación de compresión del tornillo y al disminuir la humedad y el diámetro de la boquilla. Una mayor velocidad de rotación se traduce en un menos tiempo de residencia y por lo tanto un menor grado de cocción pero simultáneamente es mayor la gradiente de velocidad y por lo tanto es mayor la intensidad de los esfuerzos de corte producidos. Dicha intensidad dependerá tanto de las características propias del material (dureza, forma, distribución de las partículas) como del nivel de fricción alcanzado, que a su vez depende de la presión y de la humedad. Es importante destacar que las transformaciones se producen en tiempos cortos y menores al tiempo de residencia medio. Otro aspecto a destacar es que la temperatura es considerada una variable independiente solo en el caso de la extrusión con control de temperatura desde el exterior. (**Gonzalez, 2012**).

Tabla 7

Variables que intervienen en el proceso de extrusión

Variables independientes	Humedad
	Tipo y composición del material
	Intercambio de calor
	Temperatura
	Grado de alimentación
	Revoluciones por minuto
Variables independientes del diseño	Geometría
	Cilindro
	Tornillo
	Boquilla
Respuestas	Presión
	Temperatura
	Caudal másico
	Energía mecánica
	Tiempo de residencia
	Propiedades del producto

Recuperado de “Extrusión – Cocción de Cereales. Boletín de sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos” por Gonzalez. 2012

3.2.5. Efecto de la extrusión sobre los almidones

Las materias primas ricas en almidón más usado para obtener productos extruidos son el maíz, trigo, arroz y papa. Bajo las condiciones de extrusión (altas temperaturas, presiones y fuerza de corte), los gránulos de almidón se rompen y funden a bajos contenidos de humedad. En ambos casos, la conversión del almidón lleva a la pérdida de la estructura cristalina, para formar una masa amorfa fluida. Esto ayuda a retener los gases liberados durante el proceso de expansión en la matriz, permitiendo la formación de una estructura crujiente. (Cisneros, 2012).

3.2.6. Efecto de la extrusión sobre las proteínas

La digestibilidad de las proteínas es mayor en los productos extruidos comparados con los productos sin extruir. Esto pudiera deberse a la desnaturalización de las proteínas y la inactivación de los factores anti nutricionales que impiden su digestión. El valor nutricional de las proteínas vegetales se incrementa por condiciones de extrusión suaves, esto pudiera ser el resultado de la desnaturalización de las proteínas y la inactivación de los inhibidores de enzimas presentes en los alimentos vegetales crudos, los cuales pueden generar nuevos sitios para el ataque enzimático. En general, la cocción por extrusión es la destrucción de factores anti nutricionales, especialmente inhibidores de tripsina, taninos y fitatos, los cuales pueden ser la causa de la inhibición de la digestibilidad de las proteínas. **(Fellows, 1994).**

3.2.7. Efecto de la extrusión sobre las grasas

Cuando el material que se va a extruir tiene mayores niveles de grasa se puede decir generalmente que hay un incremento en el gasto de energía de cortado y se requieren mayores temperaturas para mantener la integridad del producto deseado. **(Anderson, 2011).**

Los aceites que contiene los cereales, así como los aceites de leguminosas, al ser producto extruido sufren un proceso de emulsión debido a la fuerte presión a que son sometidas las finas gotas de grasa y son recubiertas por los almidones y proteínas, quedando encapsulada **(Anderson, 2011).**

La grasa al ser emulsionada es más atacable por los jugos digestivos, aumentando por tanto la energía del producto. Las lipasas y peroxidasas son inactivadas durante el proceso de extrusión en condiciones normales, mejorando la estabilidad posterior del producto. **(Anderson, 2011).**

3.2.8. Efecto de la extrusión sobre las vitaminas

Las pérdidas vitamínicas de los alimentos extruidos dependen del tipo de alimento, de su contenido en agua y del tiempo y la temperatura de tratamiento. Sin embargo, por lo general, en la extrusión en frío las pérdidas son mínimas. Las condiciones de la extrusión en caliente y el enfriamiento rápido del producto a la salida de la boquilla, hacen que las

perdidas vitamínicas y en aminoácidos esenciales sean relativamente pequeñas. **(Fellows, 1994)**

Cada vitamina tiene sus propias características de estabilidad durante los procesos térmicos. Los efectos en la estabilidad en las vitaminas durante la extrusión son complicados debido a la acción de la humedad, fricción, altas temperaturas y presión, las vitaminas liposolubles (A, D y E) son razonablemente estables durante la extrusión, el nivel de humedad del producto durante el proceso tiene el mayor efecto sobre la retención de vitaminas. Como norma general, alto nivel de humedad en el proceso da más vitaminas retenidas. En cambio las hidrosolubles (Vitamina C y complejo B) pueden perder estabilidad durante la extrusión. **(Fellows, 1994)**

3.2.9. Efecto de la extrusión sobre las características organolépticas

Las condiciones de la extrusión en caliente apenas si afectan al color y el bouquet de los alimentos. El color de muchos alimentos extruidos se debe a los pigmentos sintéticos adicionados a la materia prima en forma de polvo hidrosoluble o liposoluble de emulsiones. La decoloración del producto es por la expansión, a un tratamiento térmico excesivo o a reacciones que se producen con las proteínas, azúcares reductores o los iones metálicos. En cambio en la extrusión en frío, entre los ingredientes añadidos a la materia prima se incluyen saborizantes. En la extrusión en caliente este sería inadecuado, ya que se volatilizarían a la salida por la boquilla. **(Del Valle, 2001).**

3.3. Beneficios.

La cocción y extrusión como método de procesamiento de alimentos es una tecnología que se aplicó a principios de la década de los 40 para amasar y dar forma a los fideos en un proceso continuo, a temperaturas relativamente bajas. A mediados de esa década fueron utilizados extrusores para la preparación de cereales dilatados de un gran volumen para refrigerios. A mediados de ese mismo decenio se emplearon por primera vez para precocer mezclas de cereales y semillas oleaginosas, con el propósito de hacer más apetitosos y digeribles los alimentos para la nutrición animal. De los procesos iniciales utilizados es esta tecnología surgieron sistemas de extrusión modernos y contemporáneos de gran capacidad y adaptabilidad para la industria. Entre las aplicaciones nuevas se pueden citar los casos de

mezclas alimenticias, cereales listos para el consumo, alimentos para refrigerios, proteína vegetal “texturizada”, pan rallado, bebidas concentradas, sopas concentradas, entre otras **(Beltrán y Marcilla, 2015)**.

La popularidad y aplicación generalizada que rápidamente adquirieron los extrusores se pueden explicar por las diversas ventajas significativas para la elaboración de productos. El extrusor posee un alto rendimiento en una sola etapa de elaboración, que permite cocer y dar forma al producto. Con la extrusión se pueden tratar diversos ingredientes crudos, en diferentes condiciones de elaboración; ello permite la manufactura de numerosos alimentos. El breve tiempo de procesamiento de la materia prima a alta temperatura presenta ciertas ventajas, tales como la desnaturalización de los sistemas enzimáticos, que causan que los alimentos se pongan rancios o dejen de ser apetitosos; inactivación de los factores anti nutritivos presentes en muchas oleaginosas y leguminosas crudas, y pasteurización del producto final. La alta temperatura, además, cuece en parte la materia prima, lo que hace más digeribles los almidones y las proteínas. Finalmente, la producción de alimentos adaptados a los gustos locales y la reducción de alimentos importados. Los alimentos extruídos son aquellos que han sido elaborados mediante un proceso de extrusión **(Beltrán y Marcilla, 2015)**.

El proceso de extrusión de alimentos es una forma de cocción rápida, continua y homogénea. Mediante este proceso mecánico de inducción de energía térmica y mecánica, se aplica al alimento procesado alta presión y temperatura (en el intervalo de 100-180°C), durante un breve espacio de tiempo. Como resultado, se producen una serie de cambios en la forma, estructura y composición del producto **(Beltrán y Marcilla, 2015)**.

Debido a la intensa ruptura y mezclado estructural que provoca este proceso, se facilitan reacciones que, de otro modo, estarían limitadas por las características difusionales de los productos y reactivos implicados. Este tipo de técnicas, se emplea generalmente para el procesamiento de cereales y proteínas destinados a la alimentación humana y animal. Asimismo, se trata de un proceso que opera de forma continua, de gran versatilidad y alto rendimiento productivo **(Beltrán y Marcilla, 2015)**.

Tabla 8

Condiciones de procesamiento

Producto	Velocidad (rpm)	T (°C)	EME (KJ/Kg)
Maíz	300 – 450	130 – 150	400 – 450
Arroz crujiente	300 – 400	160 – 180	380 – 450
Trigo	250 – 350	110 – 130	620 – 700
Salvado	200 – 300	115 – 135	550 – 620

EME = Energía mecánica específica

Recuperado de “Tecnología de polímeros: procesamiento y propiedades” por Beltrán y Marcilla. 2015

La tecnología de extrusión abre nuevas posibilidades para el procesamiento de matrices alimentarias con dos vías de actividad:

- Desarrollo de alimentos mediante tecnología de extrusión. La extrusión puede modificar distintos materiales alimenticios para producir una diversidad de nuevos productos en distintos sectores (alimentación animal, acuicultura, snack y aperitivos, cereales para desayuno, productos para confitería, alimentación infantil, análogos de carne, etc.). Asimismo, se trata de una actividad compatible con otras aplicaciones de mejora de los productos existentes (sensoriales, nutricionales, ingredientes funcionales, estabilidad, etc.), o con actividades de valoración de la aptitud de nuevos ingredientes, al procesamiento mediante extrusión (**Riaz, 2010**)
- Mejora de las propiedades funcionales de matrices vegetales mediante extrusión. Los recientes avances en tecnologías de procesamiento están permitiendo el desarrollo de nuevos ingredientes que favorecen las cualidades de distintos alimentos, al mejorar sus propiedades emulsificantes, la capacidad de retención de agua, modificación de textura y aroma, etc. En este sentido, el procesamiento mediante extrusión permite, por ejemplo, la texturización de proteínas para el desarrollo de extensores y sustitutivos cárnicos. (**Riaz, 2010**)

3.4. Justificación de elección.

- Versatilidad: Una amplia gama de alimentos y formas puede ser obtenida por medio de la extrusión y que a veces no es fácil de obtenerse por medio de otros procesos. Dentro de los factores que contribuyen a la versatilidad del proceso de extrusión se puede mencionar los diseños específicos del extrusor, las variables de operación, la variedad de materias primas que pueden procesar y las diferentes características que pueden obtenerse en los productos terminados (formas, colores, sabores, texturas). **(Riaz, 2010)**
- Velocidad de producción: La naturaleza de los diferentes tipos de extrusores que actualmente son usados a nivel mundial implica que la extrusión sea un proceso continuo. La capacidad de los equipos de extrusión varía desde equipos a escala de laboratorio (1 a 5 kg/h) hasta extrusores que pueden producir 5 a 10 ton/h de materiales poco densos (0.5 a 0.7 g/cm³) y dado que son equipos continuos, se tiene un buen control del proceso y se obtienen productos uniformes. **(Riaz, 2010)**
- Calidad del producto obtenido: El tiempo promedio que pasa una partícula de alimento en un extrusor puede ser de unos cuantos segundos, lo que disminuye las probabilidades de destrucción de vitaminas y reacciones poco deseable entre proteínas y carbohidratos reductores. Por su característica de calentamiento a altas temperaturas y corto tiempo, los extrusores pueden producir alimentos estériles y, debidos a la completa gelatinización de los almidones, muy digeribles. **(Riaz, 2010)**

Tenemos que tener en cuenta también los siguientes aspectos, expresados en una tabla.

Tabla 9

Aspectos para una adecuada formulación de los alimentos

Aspectos nutricionales	Aspectos sensoriales	Aspectos tecnologicos	Aspectos economicos
Densidad calórica	Características para aceptabilidad	Viabilidad del proceso de producción	Uso de materias primas locales
Valor biológico de las proteínas	Tolerancia al consumo prolongado	Uso de tecnología apropiada	Relación costo/eficacia
Relación proteínas/calorías			Volumen de mercado
Aporte vitamínico y mineral			

Recuperado de “Extrusión de alimentos. Curso de Extensión” por Cisneros. 2012

3.5. Snacks

3.5.1. Definición

Son productos expandidos o inflados que se obtienen como resultado de la gelatinización del almidón de harinas de cereales o raíces utilizando como tecnología de procesamiento de la extrusión **(Guy, 2013)**.

Estos productos son ricos en carbohidratos, pero con mínimo aporte energético proveniente de proteínas, que podrían ser obtenidas de los granos nativos en nuestra zona. Con ello se reducirá la dependencia de cereales importados y se desarrollaría una tecnología nacional con insumos propios.

Los snacks o productos extruidos constituyen una alternativa a la solución alimentaria, porque permiten utilizar diversas materias primas, de manera individual o como mezcla, buscando la combinación que permita una rápida adaptación a las condiciones de aplicación tecnológica **(Caceres, 2015)**.

3.5. ANALISIS SENSORIAL

3.5.1. Conceptos generales.

Una de las áreas en la industria de alimentos, que ha sido poco estudiada e investigada, es el área de la evaluación sensorial, a sabiendas que es tan importante como el control de calidad fisicoquímico y microbiológico en el aseguramiento de la calidad de los productos alimenticios. **(Sancho, 2015)**.

La evaluación sensorial, es importante para la industria de alimentos, para los profesionales encargados de la estandarización de los procesos y los productos, para los encargados de la producción y promoción de los productos alimenticios, ya que deben conocer la metodología apropiada, que les permita evaluar los alimentos haciéndolos de esta manera competitivos en el mercado. **(Sancho, 2015)**.

El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos. Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones

Dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente. (Sancho, 2015).

También se considera simplemente como: el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras. (Sancho, 2015).

3.5.2. Los sentidos.

Los sentidos son los medios con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea, como lo es la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído. (Sancho, 2015).

¿Todos los seres humanos sabemos cuándo comer, pero realmente sabemos lo que comemos?, ¿sabemos de donde provienen los alimentos?, ¿qué materias primas se emplearon en su elaboración?, ¿si son frescos o no?, ¿cómo y donde se guardan?, ¿Cual es su vida útil? Para responder a estos interrogantes y otros, en primer lugar, se debe poner en funcionamiento los cinco sentidos, ya que son los elementos verificadores y evaluadores de los productos alimenticios. (Sancho, 2015).

Los cinco sentidos se clasifican en:

- Químicos: olfato y gusto
- Físicos: vista, tacto y oído

3.5.2.1. La vista.

La visión se realiza a través de los ojos, que se ubican en las cavidades orbitarias de la cara. Cuentan con unas células fotorreceptoras, es decir, sensibles a la luz, que al ser estimuladas por esta mandan impulsos al cerebro para que los interprete. Cada ojo consta de dos partes: el globo ocular y los órganos anexos. El globo ocular es un órgano casi esférico, de unos 24

mm (le diámetro, constituido por tres membranas: la esclerótica, la coroides y la retina).

(Sancho, 2015).

La coroides es la capa intermedia y presenta abundantes células pigmentarias y vasos sanguíneos. Interviene en la nutrición del ojo y en la formación de los humores acuoso y vítreo. **(Sancho, 2015).**

La retina, la membrana más interna, recibe las impresiones luminosas y las transmite al cerebro a través de nervio óptico hasta el lóbulo occipital. Está constituida por conos, unas células sensibles a la intensidad de la luz y a la visión de los colores, y por bastones, células que detectan el blanco y el negro y los distintos tonos del gris. **(Sancho, 2015).**

3.5.2.2. *El Olfato*

El olfato del ser humano es un sentido muy rudimentario en comparación con el de algunos animales. Es el sentido que, alojado en la nariz, permite detectar la presencia de sustancias gaseosas. Los quimiorreceptores del olfato se hallan en la pituitaria amarilla, que ocupa la parte superior de las fosas nasales. La parte inferior se halla recubierta por la pituitaria roja, una mucosa con numerosos vasos sanguíneos que calientan el aire inspirado. **(Sancho, 2015).**

En la pituitaria amarilla o membrana olfatoria se distinguen tres capas de células: las células de sostén, las células olfatorias y las células basales. Las olfatorias son células nerviosas receptoras de los estímulos químicos provocados por los vapores. En la pituitaria amarilla también se hallan las glándulas mucosas de Bowman, que segregan un líquido que mantiene húmedo y limpio el epitelio olfatorio. Para estimular las células olfatorias es necesario que las sustancias sean volátiles, es decir, han de desprender vapores que puedan penetrar por las fosas nasales, y que sean solubles en agua para que se disuelvan en el moco y lleguen a las células olfatorias. **(Sancho, 2015).**

3.5.2.3. *El Gusto*

La lengua que es un órgano musculoso que además de su función gustativa, participa en la deglución articulación de las palabras. Toda su superficie a excepción de la base, está recubierta por una mucosa, en cuya cara superior se encuentran las papilas, los receptores químicos de los estímulos gustativos. **(Sancho, 2015).**

Las papilas recogen cuatro sabores fundamentales: dulce, salado, ácido y amargo, cuya proporción e intensidad sirven al cerebro para reconocer el alimento al que corresponden. Para que una sustancia pueda estimular las células sensitivas de los botones gustativos, debe ser un líquido o bien una sustancia soluble en saliva con el fin de que pueda penetrar por el poro gustativo. Al ser estimuladas, las diferentes células gustativas generan un impulso nervioso que llega, por separado, al bulbo raquídeo, y de aquí al área gustativa de la corteza cerebral. **(Sancho, 2015).**

Los botones gustativos no se reparten de forma uniforme por toda la superficie de la lengua, sino que se distribuyen originando zonas de mayor o menor concentración. Estas determinadas zonas sensibles se especializan en un sabor concreto, los botones sensibles al sabor dulce se localizan principalmente en la superficie anterior de la lengua; los que captan la acidez, a ambos lados de esta; los botones sensibles a lo amargo, en su superficie posterior; y los sensibles a lo salado se esparcen por toda la lengua. **(Sancho, 2015).**

3.5.2.4. *El Tacto*

La piel es un tejido delgado y resistente que recubre todo el cuerpo, proporcionándole una cubierta protectora e impermeable. Es muy fina en algunos puntos, como los párpados (0,5 mm de espesor), y más gruesa en las palmas de las manos y las plantas de los pies (hasta 5 mm de espesor). La piel se compone de tres capas superpuestas: la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo. **(Sancho, 2015).**

La epidermis es la cobertura más exterior. Presenta una capa córnea, más superficial, formada por células secas que se convierten en una sustancia dura, la queratina. Una capa

más profunda, la capa mucosa o de Malpighi, está formada por células que se renueva de forma constante y reemplazan las células de la capa córnea. **(Sancho, 2015).**

La dermis también presenta dos capas: la capa papilar, con numerosos vasos sanguíneos y nervios, y la capa reticular, en donde se encuentran las glándulas sebáceas, productoras de sebo o grasa, y los receptores táctiles de las terminaciones nerviosas: los corpúsculos de Vater - Pacciní, Ruffini, Meissner y Krause, que permiten percibir el calor, frío, presión, forma, movimiento y demás estímulos táctiles externos. **(Sancho, 2015).**

El tejido subcutáneo es la capa más profunda de la piel. Es una especie de "colchón", compuesto por un tejido adiposo o grasa, que aísla el cuerpo del frío, lo protege de los golpes y almacena reserva de energía del organismo. En él se encuentran las glándulas sudoríparas, que segregan el sudor, y numerosos folículos pilosos, en cada uno de los cuales nace un pelo. Los receptores táctiles permiten que el cerebro no sólo identifique la naturaleza de un estímulo (presión, calor...), sino que también localice el lugar exacto donde se ha producido. **(Sancho, 2015).**

3.5.2.5. *El Oído*

Es el aparato de la audición y del equilibrio. Sus órganos se encargan de la percepción de los sonidos y del mantenimiento del equilibrio. Cada oído consta de tres partes: oído externo, oído medio y oído interno. El oído externo tiene la misión de captar los sonidos y llevarlos hacia el tímpano. Comprende la oreja o pabellón auricular, una estructura cartilaginosa con numerosos pliegues y que sobresale de cada lado de la cabeza, y el conducto auditivo externo, que se extiende hasta el oído medio y tiene unas glándulas que segregan cerumen, la cera que se forma en el oído externo y arrastra el polvo y la suciedad al exterior. **(Sancho, 2015).**

El oído medio es una cavidad ubicada dentro del hueso temporal. Comunica con la faringe a través de la trompa de Eustaquio y presenta una cadena de huesecillos articulados, el martillo, el yunque y el estribo, que transmiten al oído interno, de forma exacta y ampliada,

las vibraciones del tímpano, una fina membrana circular de 1 cm. de diámetro, que vibra con los sonidos que la impresionan. (Sancho, 2015).

En el oído interno existe una cavidad en forma de espiral, el caracol auditivo o cóclea, separada del oído medio por la ventana oval. El caracol se divide en dos membranas, la membrana vestibular y la membrana basilar, divididas a su vez en tres compartimentos llenos de líquido. (Sancho, 2015).

El sentido del equilibrio, o sea, aquellas sensaciones que nos informan en todo momento de la posición de nuestra cabeza con respecto al espacio tridimensional en que nos movemos, reside en el oído interno. El equilibrio dinámico, el que mantiene nuestro cuerpo en los movimientos de giro y aceleración, es posible gracias a los canales semicirculares del aparato vestibular: el canal superior, el canal posterior y el canal externo. En la ampolla o extremo de cada canal se encuentra la cresta, provista de finos cilios inervados por un nervio craneal. (Sancho, 2015).

3.5.3. Panelistas.

3.5.3.1. Tipos de panelistas.

Existen varios tipos de panelista de acuerdo al estudio que se esté realizando: panelistas expertos, panelistas entrenados o panelistas de laboratorio y panelistas consumidores. Los dos primeros son empleados en el control de calidad en el desarrollo de nuevos productos o para cuando se realizan cambios en las formulaciones. El segundo grupo es empleado para determinar la reacción del consumidor hacia el producto alimenticio. (Sancho, 2015).

Los panelistas deben cumplir con algunos requerimientos, que son importantes para obtener excelentes resultados de acuerdo a los objetivos trazados, estos requisitos son:

- Asistir puntualmente a cada una de las sesiones de catación
- Debe tener una buena concentración y disposición, durante el desarrollo del panel
- Preferiblemente deben ser de ambos géneros (femenino y masculino)
- Los panelistas deben evitar el uso de alcohol y de alimentos con especias y el café.

- Los panelistas en lo preferible deben ser no fumadores, y si lo son se recomienda que no hayan fumado por lo menos una hora antes del desarrollo de la prueba.
- No deben estar fatigados y/o cansados.
- No deben estar involucrados en el desarrollo del producto en estudio

No se recomienda realizar las pruebas después de haber consumido alguna comida abundante o por el contrario sin haber probado bocado desde varias horas. (Sancho, 2015).

3.5.3.2. Selección de panelistas.

Para los catadores, se tiene en cuenta características que son fundamentales como:

- **Habilidad:** esta cualidad en un panelista es importante para poder diferenciar y reconocer en una o varias muestras, intensidad de sabores, olores, texturas, entre otros.
- **Disponibilidad:** es necesario que las pruebas sean realizadas por todos los panelistas en el mismo momento y que le dediquen el tiempo necesario para cada prueba, que no tenga afanes por realizar otras actividades.
- **Interés:** es importante que cada panelista demuestre interés en las pruebas que realizan, con el fin de obtener resultados confiables, para esto es necesario que el líder del panel motive a los catadores, para que ellos tengan un compromiso con la labor que están desarrollando.
- **Desempeño:** esta característica es de vital importancia, ya que si en los resultados de las pruebas se encuentra que alguno de los panelistas, exagera al medir un atributo o por el contrario no lo detecta, es necesario sacarlo del grupo o para el último caso, para que vuelva a adquirir la capacidad que tenía, mediante la alternación de periodos de descanso y periodos de pruebas intensivas. (Sancho, 2015).

3.5.4. Pruebas sensoriales.

Las pruebas sensoriales empleadas en la industria de alimentos, se dividen en tres grupos:

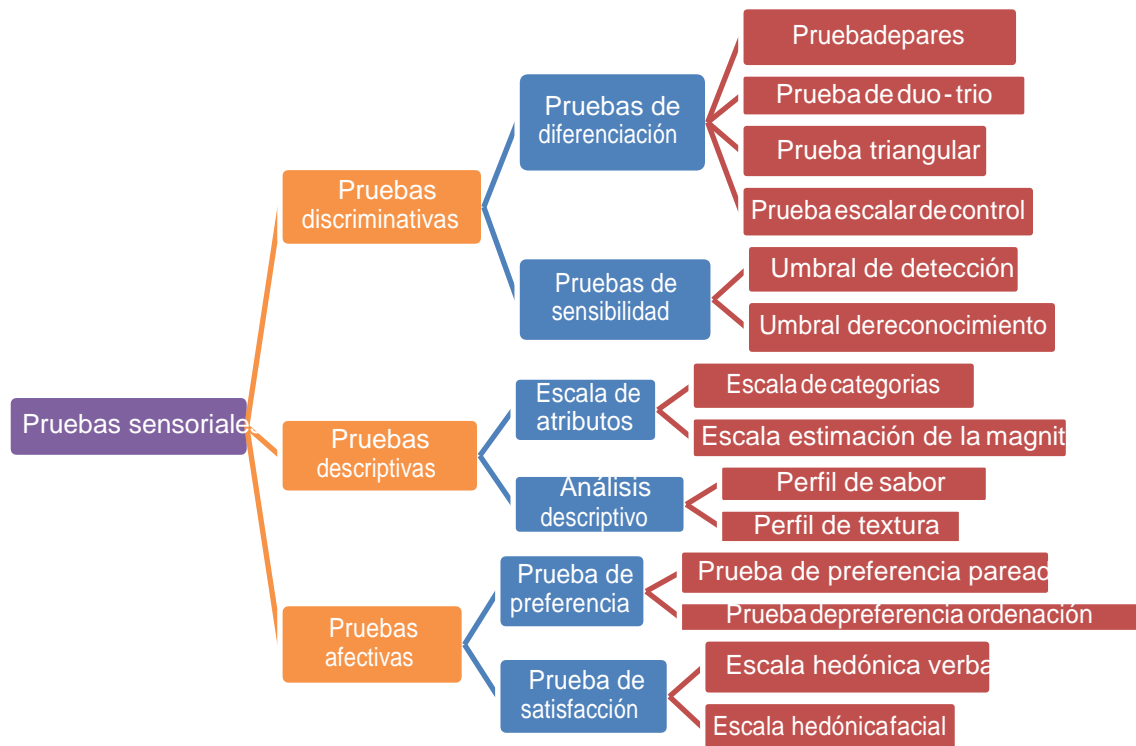


Figura 1. Pruebas sensoriales y su clasificación. Recuperado de “Introducción al análisis sensorial de los alimentos” por Sancho. 2015

3.5.4.1. *Pruebas Analíticas Discriminativas.*

Las pruebas discriminativas consisten en comparar dos o más muestras de un producto alimenticio, en donde el panelista indica si se percibe la diferencia o no, además se utilizan estas pruebas para describir la diferencia y para estimar su tamaño. Las pruebas discriminativas se clasifican en: pruebas de diferenciación y pruebas de sensibilidad. (Sancho, 2015).

3.5.4.2. *Pruebas Analíticas Descriptivas.*

Estas pruebas permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través de las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor. Las pruebas analíticas descriptivas se clasifican en:

escalas de clasificación por atributos y en pruebas de análisis descriptivo. (Sancho, 2015).

3.5.4.3. Pruebas Afectivas.

3.5.4.3.1. Pruebas de preferencia.

Se emplean para definir el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado por parte del consumidor. Para estas pruebas se requiere de un grupo bastante numeroso de panelistas los cuales no necesariamente tienen que ser entrenados. (Sancho, 2015).

3.5.4.3.2. Pruebas de satisfacción.

3.5.4.3.2.1. Escala hedónica verbal.

Consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto, al presentársele una escala hedónica o de satisfacción, pueden ser verbales o gráficas, la escala verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, entonces las escalas deben ser impares con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta y la escala gráfica consiste en la presentación de caritas o figuras faciales. La escala más empleada para el desarrollo de esta prueba es la escala de Peryamm & Pilgrim, 1957. (Sancho, 2015).

3.5.4.3.2.2. Escala hedónica facial.

La escala gráfica, se utiliza cuando la escala tiene un gran tamaño presentándose dificultad para describir los puntos dentro de esta, también se emplea cuando el panel está conformado por niños o por personas adultas con dificultades para leer o para concentrarse. Las escalas gráficas más empleadas son las hedónicas de caritas (Kramer y Twigg, 2015) con varias expresiones faciales. Los resultados obtenidos a través de esta prueba cuando se aplica a una población adulta no son muy confiables ya que les resulta ser un tanto infantiles. (Sancho, 2015).

ACLARACIÓN: Este es el método que hemos aplicado para nuestra parte experimental con niños y con escala de 3 puntos ya que la primera prueba no pudieron distinguir los 9 puntos.

IV. METODOLOGÍA

ACLARACIÓN: Se realizó una primera prueba con los niveles de 5%, 10% y 15% de harina de pota en la formulación, pero no se obtuvo resultados favorables en la aceptación de ninguna muestra, y optamos por modificar los niveles a unos más factibles y no afecte a la apariencia del producto.

Se desarrolló una investigación de tipo tecnológico, en el cual se realizó tres niveles de fortalecimiento y un testigo (0%, 2%, 4 % y 6 %) con harina de pota para obtener un producto extruido al cual se determinó la calidad nutricional a través del contenido de proteína, el análisis proximal, físico-químico, microbiológico y la aceptabilidad mediante la evaluación sensorial para cada nivel de fortalecimiento incluyendo el producto sin fortalecer.

4.1 Variables

4.1.1. Definición de variables.

4.1.1.1. *Variable Dependiente:*

- Calidad nutricional de los productos extruidos (% proteínas, balance de aminoácidos, % carbohidratos, % humedad y % grasa)
- Calidad sensorial de los productos extruidos (olor, sabor, textura)

4.1.1.2. *Variables Independientes:*

- Concentración de harina de pota (0%, 2%, 4% y 6%)
- Concentración de harina de trigo (50%, 49%, 48% y 47%)
- Concentración de harina de maíz (50%, 49%, 48% y 47%)

4.1.2 Operacionalización de las variables.

En la tabla 10 se muestra la operacionalización de las variables que se utilizaron en el estudio.

Tabla 10

Operacionalización de las variables.

Tipo de Variable	Variable	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Independiente	Concentraciones de harina de pota (0%, 2%, 4% y 6%)	Concentración al 0% Concentración al 2% Concentración al 4% Concentración al 6%	Observación	Libreta de Anotaciones
Dependiente	Calidad nutricional de los productos extruidos	% de proteínas balance de aminoácidos % de carbohidratos % de humedad % de grasa	Análisis fisicoquímicos	Laboratorios equipados
	Calidad sensorial de los productos extruidos	Escala de color Escala de sabor Escala de textura	Observación y degustación	Encuestas

Elaboración propia

4.2 Materia prima e insumos

La harina de Pota, es Calamar Gigante perteneciente a la familia de los Cefalópodos de la variedad *Dosidicus Giga*, también conocida como Jibia, deshidratado y molido se obtuvo de una empresa llamada “AGROPESCA S.A.” ubicada en Piura, cuya marca de la harina es “La Pescadita”.

Los otros insumos y materias primas que fueron utilizados para la elaboración del producto extruido fueron: el trigo, maíz, que se obtuvieron de marcas comerciales con autorización sanitaria. Además, insumos como la azúcar blanca.

4.3 Materiales y equipos

- Extrusor de alimentos: De un tornillo sinfín simple con sistema de alimentación por gravedad. Facultad de Agroindustria. SENATI.
- Balanza digital de alimentos con una precisión 0.1 g.
- Molino manual con discos para granos.
- Recipientes de vidrio y baldes herméticos.
- Materiales de empaque: bolsas de polietileno hermético, tápers de plásticos etiquetas.

4.4. Elaboración del producto extruido

La extrusión consistió en un proceso donde el producto alimenticio es forzado a fluir a través de un tornillo sinfín de acuerdo a las condiciones de mezcla, la inducción de calor a elevada temperatura en un corto tiempo (cocción) y de corte por un troquel que fue diseñado para dar forma al producto. La elaboración del producto extruido se realizó en la Planta Piloto de la Facultad de Agroindustria en SENATI. El procedimiento para la obtención de las cuatro muestras del producto extruido según el nivel de fortalecimiento fue siguiendo la figura 2.

4.4.1 Recepción de materia prima e insumos.

La harina de papa se obtuvo de la empresa antes mencionada debidamente sellada. La azúcar blanca en su respectivo empaque. En el caso del maíz se recepcionó en mazorca y nosotros sacamos los granos. El trigo en granos.

4.4.2 Selección de materia prima e insumos.

Se seleccionaron los granos de trigo y de maíz, tomando como criterio la uniformidad de los granos de cada alimento, en los demás insumos no hubo necesidad de aplicar un criterio de selección.

4.4.3 Molienda de granos

Se sometieron a molienda sólo los granos de trigo y de maíz en un molino manual de granos. Los granos de trigo se sometieron a 2 moliendas hasta conseguir un tamaño de partícula determinado.

4.4.4 Tamizado

Se tamizaron las partículas de trigo, maíz y papa para obtener partículas más homogéneas.

4.4.5 Pesado de materia prima e insumos

La materia prima e insumos se pesaron en una balanza digital de alimentos con una precisión 0,1 g.

4.4.6 Mezclado

Se aplicó la formulación de cada nivel de fortalecimiento comenzado por la mezcla del Trigo y de maíz, luego se agregó la azúcar blanca seguida de la harina de papa mezclándolos hasta homogenizar la muestra.

4.4.7 Extrusión

Se utilizó un extrusor de alimentos de un tornillo sinfín con un sistema de alimentación por gravedad y con un troquel de 6 orificios. La mezcla de ingredientes se ingresó por la tolva y se comenzó a procesar a una temperatura de 120°C con una velocidad del tornillo de extrusión de 160 rpm con un flujo de alimentación de 4.5 Kg/min y un flujo de agua constante de 250 mL/min.

4.4.8 Enfriado

Los productos extruidos se dejaron enfriar por un tiempo de máximo de 3 minutos.

4.4.9 Empacado

Posteriormente los productos extruidos se empacaron en bolsas de polietileno debidamente selladas.

4.4.10. Almacenamiento.

El producto empacado en las bolsas es almacenado en buenas condiciones. Una vez terminado de producir el lote, el producto es muestreado y analizado.

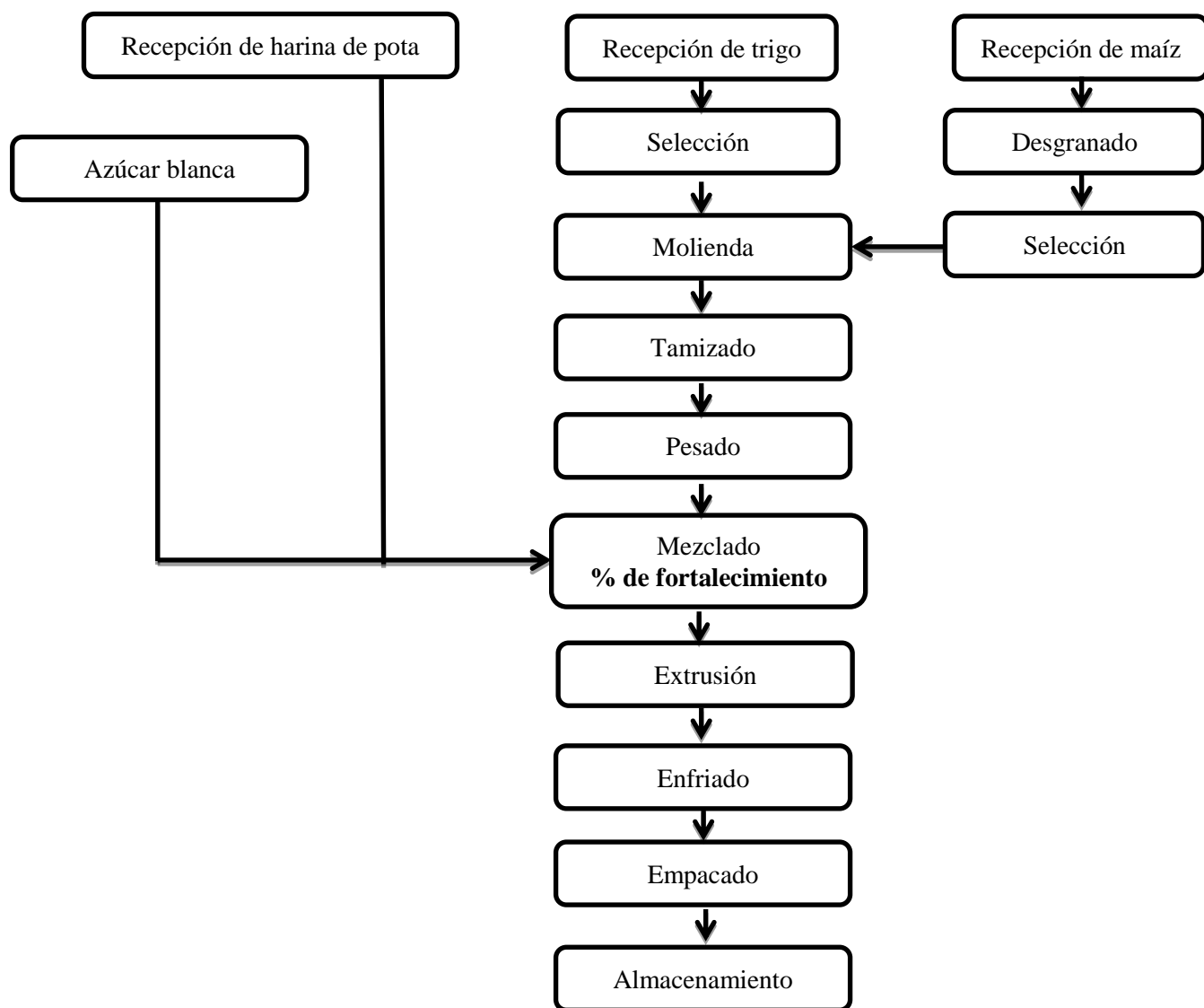


Figura 2. Flujograma de elaboración de producto extruido. Elaboración propia

Tabla 11

Cantidades de cada tratamiento

Materia prima	Concentraciones			
	0%	2%	4%	6%
Harina de pota	0	200 gr	400 gr	600 gr
Harina de maíz	5000 gr	4900 gr	4800 gr	4700 gr
Harina de trigo	5000 gr	4900 gr	4800 gr	4700 gr
Azúcar blanca	100 gr	100 gr	100 gr	100 gr

Elaboración propia

4.5. Métodos de análisis

4.5.1. Análisis proximales.

4.5.1.1. Análisis proximal a materias primas.

- Humedad, método NTP 206.011:1981 (Revisada al 2016).
- Proteína, método 935.39 A.O.A.C. (2016).
- Grasa, método NTP 206.017:1981 (Revisada al 2016).
- Los carbohidratos se determinarán por diferencia, (MS-INN Collazos 1993)

Los análisis se realizaron en los laboratorios de Bioquímica de la UNPRG.

4.5.1.2. Análisis proximal a producto terminado.

Con la muestra con mayor aceptabilidad de producto extruido se determinó el análisis proximal en el laboratorio de la UNIVERSIDAD DE LA MOLINA de acuerdo a los siguientes métodos:

- Grasa; se utilizó el método Soxhlet según NTP 206.017:1981 (Revisada al 2016).
- Carbohidratos; se utilizó el método por diferencia. (MS- INN Collazos 1993)
- Proteína; se utilizó el método Kjeldahl según AOAC 935.39 (C) Cap. 32, pág. 77, 20th Edition 2016).
- Humedad; se utilizó el método de la estufa NTP 206.011:1981 (Revisada al 2016).
- Cenizas; se utilizó el método gravimétrico según AOAC 935.39 (B) Cap. 32, pág. 77, 20th Edition 2016).
- Energía total; se utilizó el método por cálculo. (MS-INN Collazos 1993)

4.5.2. Análisis sensorial.

Se evaluaron los atributos de sabor, olor, textura (crocantes) del producto extruido y se determinó la aceptabilidad según el nivel de fortalecimiento proveniente de harina de papa el cual se utilizó la prueba hedónica para medir cuanto agrada o desagrada el producto empleando dos formas de escalas categorizadas, de 3 puntos que van desde: Me disgusta (1), ni me gusta ni me disgusta (2), me gusta (3), simbolizadas por gestos para niños de edad temprana.

4.5.2.1 Población de estudio.

La población de estudio donde se realizó las pruebas de aceptabilidad se realizó con niños de I.E. “Juan Pablo Vizcardo y Guzmán Zea” - La Victoria y “Estrellitas del Saber” – José Leonardo Ortiz, con previa autorización de dirección y padres de familia.

4.5.2.2 Tamaño de muestra (panel).

El tamaño de la muestra fue 67 alumnos que aceptaron participar voluntariamente.

- Alumnos con buen estado de salud sin ningún defecto en la cavidad bucal.
- Alumnos que entendieran claramente el llenado del formato de la prueba de aceptabilidad.
- Alumnos que no hayan consumido alimentos por lo menos en 1 hora previa a la prueba.

4.5.2.3 Aplicación de la prueba sensorial y de aceptabilidad.


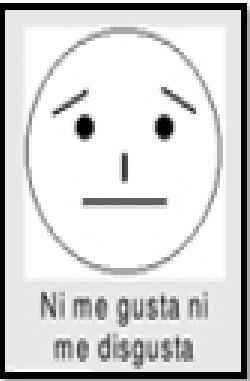
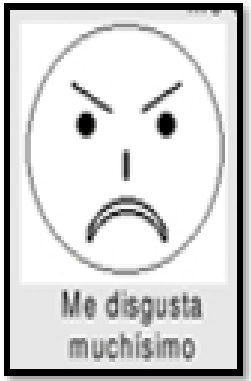
Cada panelista recibió los cuatro tipos de muestras del producto extruido fortalecido (2%, 4 % y 6 %) y uno sin fortalecer, cada muestra pesó 15 g y se encontraban dentro de bolsas herméticas debidamente selladas y codificadas. Cada panelista recibió una hoja donde se encuentra nombrados los atributos y la aceptabilidad donde se muestra la escala hedónica de 3 puntos que van desde: Me disgusta mucho, ni me gusta ni me disgusta, me gusta mucho, que incluyen para los cuatro tipos de muestras de productos extruidos de forma clara y sencilla, los panelistas tuvieron máximo 10 minutos para evaluar las muestras. Para el panel de la prueba de aceptabilidad se llevó a cabo una sola vez en un solo día.

ENCUESTA DE SABOR

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Pruebe el producto que se le presenta a continuación.

Por favor marque con una X, sobre la carita que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.

Muestra	 Me gusta muchísimo	 Ni me gusta ni me disgusta	 Me disgusta muchísimo
1			
2			
3			
4			

¡MUCHAS GRACIAS!



Figura 3. Encuesta de sabor para niños. Elaboración propia

ENCUESTA DE OLOR

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Huele el producto que se le presenta a continuación.

Por favor marque con una X, sobre la carita que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de oler.

Muestra			
1			
2			
3			
4			

¡MUCHAS GRACIAS!




Figura 4 Encuesta de olor para niños. Elaboración propia

ENCUESTA DE TEXTURA

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Toca el producto que se le presenta a continuación.

Por favor marque con una X, sobre la imagen que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de tocar, y si se parecen a:

Muestra	Algodón = suave	Queso = firme	Piedra = dura
			
	1		
	2		
	3		
	4		

¡MUCHAS GRACIAS!

Figura 5 Encuesta de textura para niños. Elaboración propia

4.4.2.4 Análisis de datos.

Con los datos obtenidos en la prueba organoléptica y de aceptabilidad de los productos extruidos según el nivel de fortalecimiento, se digitó y procesó en el programa SPSS v.21 aplicando la prueba de análisis de varianza para un nivel de significación de 0,05, además se utilizó la prueba de Duncan como prueba post hoc.

4.5.3. Análisis de calidad del producto terminado.

4.5.3.1. Análisis del contenido de proteína. (balance de aminoácidos).

Para el análisis del contenido de proteína en la muestra con mayor aceptación de extruidos se realizó en el LABORATORIO LA MOLINA CALIDAD TOTAL – LIMA.

4.5.3.2. Determinación del índice de absorción de agua.

Se pesó 2,5 g de muestra de harina del producto extruido y se agregó 30 ml de agua destilada (se pesó en los tubos de centrifuga previamente tarados). Luego se atemperó en Baño María a 30 °C sometiéndolo a agitación intermitente por 30 minutos, luego se colocó en una centrifuga de 3 000 rpm por 10 minutos, el sobrenadante se pasó a una placa Petri previamente tarado y se tomó el peso del gel. (Figura 6).

Calculo:

El gel que quedó dentro del tubo se pesó para determinar el índice de absorción que está dado por la siguiente fórmula:

Índice de Absorción =	$\frac{\text{Peso del Gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$
de agua	

4.5.3.3. Determinación del índice de solubilidad en agua.

En esta prueba se pesó 2,5 g de muestra de harina del producto extruido y se agregó 30 ml de agua destilada (se pesó en los tubos de centrifuga previamente tarados). Luego se atemperó en Baño María a 45 °C sometiéndolo a agitación intermitente por 30 minutos, posteriormente se colocó en una centrifuga de 3 000 rpm por 10 minutos, el sobrenadante

se pasó a una placa Petri previamente tarado y fue colocado en una estufa a 45 °C para concentrar por evaporación (Figura 6).

Cálculo:

Se determinó el peso del sólido soluble y para calcular el índice de solubilidad en agua se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Solubilidad en agua} = \frac{\text{Solidos Solubles (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

4.5.3.4. Determinación del índice de expansión.

Se determinó el diámetro promedio de la muestra de los productos extruidos y finalmente se midió el diámetro de la boquilla del troquel utilizado. En esta investigación se utilizó un troquel de 6 orificios o boquillas cuya medida fue 0,35 mm cada una.

Cálculo:

El índice de expansión se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Expansión} = \frac{\text{Diámetro promedio de la muestra (mm)}}{\text{Diámetro de la boquilla (mm)}}$$

Expansión:

- Baja: Índice de expansión menor a 1,5
- Mediana: Índice de expansión entre 1,6 a 2
- Alta: Índice de expansión: mayor a 2

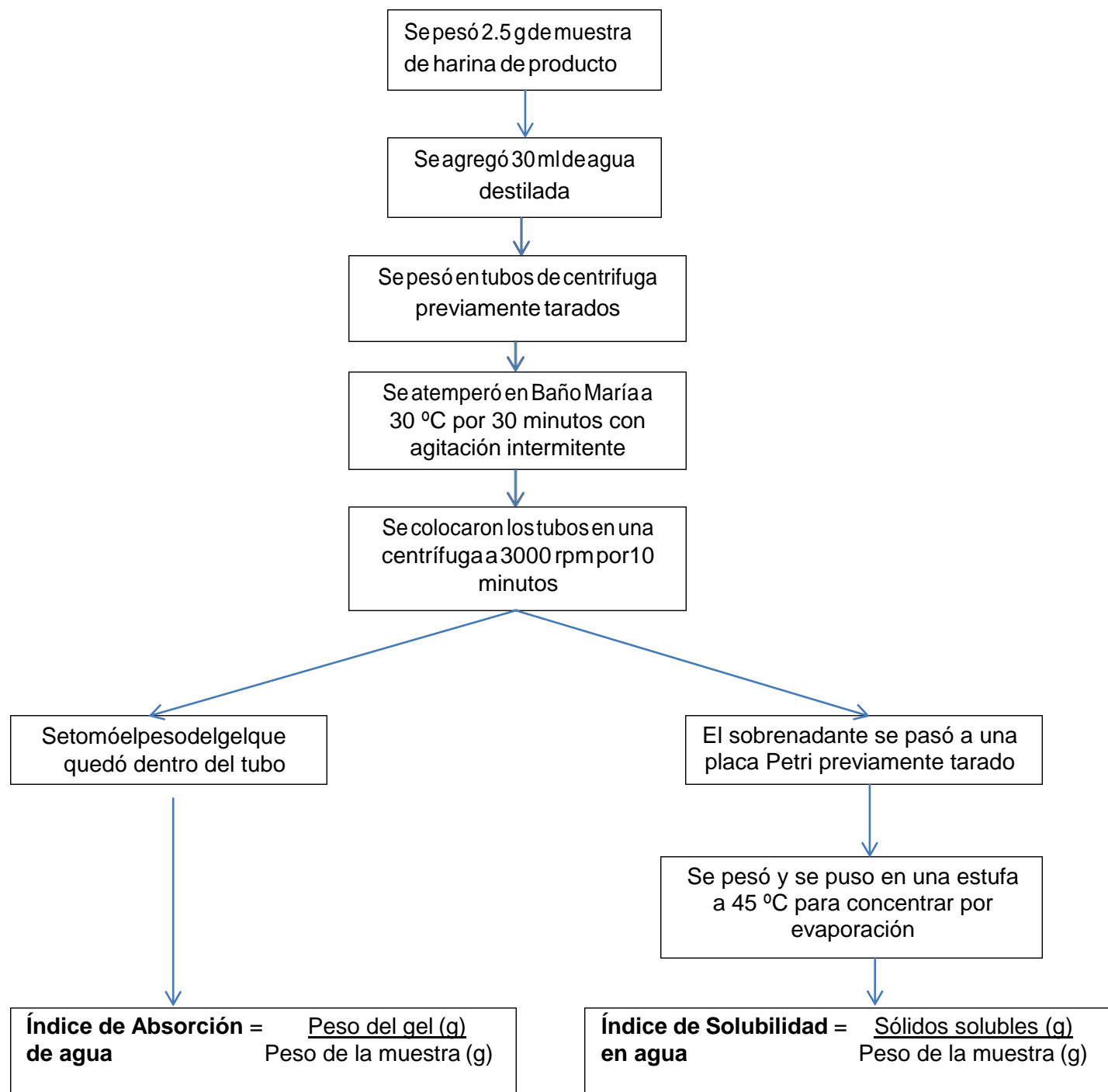


Figura 6. Flujograma de determinación del índice de absorción de agua e índice de solubilidad en agua de los productos extruidos. Elaboración propia

4.5.3.5. Determinación de densidad aparente.

Es un parámetro fundamental para determinar la capacidad de llenado, se calcula en g/mL e indica cuantos gramos del producto puede contener un volumen equivalente a 1 mL. Las dimensiones sugeridas para la bolsa que debe usarse para la prueba son diámetro y altura y la cual depende de factores como: materia prima y humedad residual.

4.5.4. Análisis microbiológico del producto terminado.

El análisis microbiológico de la muestra con mayor aceptabilidad para los niños se realizó en el laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de acuerdo a la Norma técnica de Salud N° 071 “Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, que comprende la evaluación de agentes microbianos como: Aerobios mesófilos, Mohos, Levaduras, Coliformes, *Bacillus cereus* y *Salmonella sp.*

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Análisis proximales de materias primas

La composición química proximal de las harinas de pota, maíz y trigo nos arroja un alto contenido de nutrientes variados y necesarios para nuestra dieta diaria, lo cual corroboró que es un insumo útil para la fortalecimiento de productos extruidos, en la tabla 12 mostramos la composición proximal de las 3 materias primas.

Tabla 12

Composición proximal de materias primas expresadas en 100 g

Análisis	Resultados		
	Harina de pota	Harina de maíz	Harina de trigo
Humedad (g/100g)	13.1	17.25	10.4
Proteína (g/100g)	76.8	8.77	11.17
Grasa (g/100g)	1.3	1.3	2.3
Carbohidratos (g/100g)	0.0	68.23	74.18
Ceniza (g/100g)	8.8	1.2	0.45
Fibra (g/100g)	0.0	3.25	1.5

Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Con respecto al contenido de proteína, en la tabla 12, de las materias primas el más alto y el cual aportaría sería la harina de pota con un 76,8%, siguiéndolo la harina de trigo con un 11.17%, y en cuanto a carbohidratos y en especial por su contenido de almidón por excelencia tenemos a la harina de trigo con un 74.18%.

Tabla 13

Contenido de proteína total y estimación de proteína proveniente de la harina de pota y de los demás insumos según el nivel de fortalecimiento del producto extruido

Prueba	Nivel de fortalecimiento del producto extruido
	2 % de pota
Proteína proveniente de harina de pota g/100g	9.7
Proteína proveniente de los demás insumos	2.3
Proteína total	12.0

Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

En la tabla 13 podemos ver que la harina de pota proporciona un 80.83% (9,7g/100g) de proteína al snack y que el resto de materias primas proporcionan un 19.17%, dando un alto nivel proteico afectando en la aceptación de los niños que les agrado ya que dieron su visto bueno a nuestra muestra de 2% de harina de pota.

Tabla 14

Composición proximal de muestra con mayor aceptación en 100 gr

Análisis	Nivel de fortalecimiento de producto extruido
	2 % de pota
Humedad (g/100g)	8.9
Proteína (g/100g)	12.0
Grasa (g/100g)	1.1
Ceniza (g/100g)	1.9
Carbohidratos (g/100g)	76.1
Energía total (Kcal)	362.3

Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Con respecto a la composición proximal de los productos extruidos el contenido de proteínas fue mayor en los productos extruidos fortalecidos esto se debe al alto contenido proteico que presenta la harina de pota, a la vez el aporte energético varía ligeramente en las tres muestras de productos extruidos tal como se observa en la tabla 14.

Tabla 15

IAA, ISA, índice de expansión y densidad aparente de los niveles de fortalecimiento

Análisis	Nivel de fortalecimiento del producto extruido			
	0%	2%	4%	6%
Índice de absorción de agua	4.97	4.54	4.31	3.05
Índice de solubilidad en agua	2.4	2.9	3.4	3.6
Densidad aparente (g/mL)	0.023	0.026	0.031	0.036
Φ de boquilla (mm)	0.35	0.35	0.35	0.35
Φ de extruido (mm)	0.97	0.94	0.80	0.76
Índice de expansión*	2.77	2.69	2.29	2.17

* Baja: < 1,5 Media: 1,6 - 2 Alta: > 2

Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

En la tabla 15, en donde el Índice de absorción de agua de los productos extruidos demostraron que el producto extruido sin fortalecer (0%) presentó un índice de absorción ligeramente mayor que los productos extruidos fortalecidos con 2%, 4% y 6% proveniente de harina de pota.

En el índice de solubilidad en agua, los productos extruidos fortalecidos con 2%, 4% y 6% tuvieron mayor cantidad de sólidos solubles que el producto extruido sin fortalecer (0%) y con respecto al índice de expansión, conforme aumentó el nivel de fortalecimiento con harina de pota disminuyó el índice de expansión de los productos extruidos, sin embargo los productos extruidos sin fortalecer (0%) y fortalecido con 2% tuvieron una mediana expansión a diferencia del producto extruido fortalecido con 4% y 6% que obtuvieron una baja expansión.

Según **Stanley (2009)** nos dice que los alimentos sometidos a un proceso de extrusión, son generalmente materiales granulares que sufren un pre tratamiento y que mantienen su estructura particular. A medida que la temperatura, presión y fuerza de corte aumenta, la estructura granular desaparece y se obtiene una masa fundida, en analogía con el fenómeno de la fusión que ocurre en la extrusión de polímeros de plástico. A medida que el derretimiento continúa su movimiento, una nueva estructura interna y un cierto grado de separación de fases se puede producir, principalmente como resultado de la fuerza de corte. La orientación de las moléculas de proteína se cree que es el mecanismo básico de texturizarían de extrusión de algunas harinas.

Según **Qing (2006)** Nos dice que, el contenido elevado de humedad en el proceso de extrusión genera un producto con una densidad mayor, baja expansión e índice 'de absorción de agua, dando sin embargo un alto índice de solubilidad en agua; caso contrario ocurre con las altas temperaturas ya que tiende a reducir la densidad del producto, el índice de absorción del agua y la dureza.

Según **Fernandez. (2004)** nos dice que, la expansión se ve afectada por el contenido y composición del almidón, proteína, lípidos y fibra.

En el Figura 7, se observa que los productos extruidos fortalecidos con 2%, 4 % y 6 % de proteína proveniente de harina de pota difieren a su aceptación.



Figura 7. Muestras oficiales con aceptación. *Elaboración propia*

Tabla 16**Análisis microbiológico de muestras**

AGENTE MICROBIANO	Categoría	Clase	Limite por g		Resultados ufc/g
			M	M	
Aerobios mesófilos (ufc/g)	3	3	10^4	10^5	$1,2 \times 10^2$
Coliformes (ufc/g)	5	3	10	10^2	< 10
Mohos (ufc/g)	5	3	10^2	10^3	$< 10^2$
Levaduras (ufc/g)	5	3	10^2	10^3	$< 10^2$
Salmonella sp. (ufc/g)	10	2	Ausencia/25 g	----	Ausencia /25 g
Bacillus cereus (ufc/g)	8	3	10^2	10^4	$< 10^2$

. ufc: Unidad formadora de colonias.

Adaptado de DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL. 2017

INTERPRETACIÓN:

Los resultados del análisis microbiológico de la muestra se presentan en la tabla 16, los cuales indican que CUMPLE con los requisitos microbiológicos para ser consumido, de acuerdo con los criterios microbiológicos establecidos por la Norma Técnica de Salud N° 071.

Tabla 17

**Promedio de la prueba organoléptica según fortalecimiento del producto extruido
(n=67)**

Características organolépticas	Nivel de fortalecimiento del producto extruido			
	0%	2%	4%	6%
Sabor	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta
Olor	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho
Textura	Duro	Duro	Duro	Duro
Final	Me gusta mucho pero duro	Me gusta mucho pero duro	Me gusta pero duro	Me gusta pero duro

Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Los resultados de la prueba organoléptica de los evaluados, mostraron que sí hay diferencia significativa entre los promedios de los parámetros evaluados, dando como resultado final que tienen aceptabilidad la muestra testigo y el 2%, y la muestra con 4% y 6% quedando con una pequeña diferencia de aceptación.

5.2. Análisis sensorial

Tabla 18

Respuestas de los evaluados según olor de aceptabilidad para cada nivel de fortalecimiento de producto extruido

Escala hedónica de aceptabilidad	Nivel de fortalecimiento del producto extruido							
	0%		2%		4%		6%	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Me gusta mucho	64	95.5	51	76.1	37	55.2	37	55.2
Ni me gusta ni me disgusta	1	1.5	3	4.5	8	11.9	5	7.5
Me disgusta mucho	2	3.0	13	19.4	22	32.8	25	37.3
Total	67	100	67	100	67	100	67	100

Elaboración propia

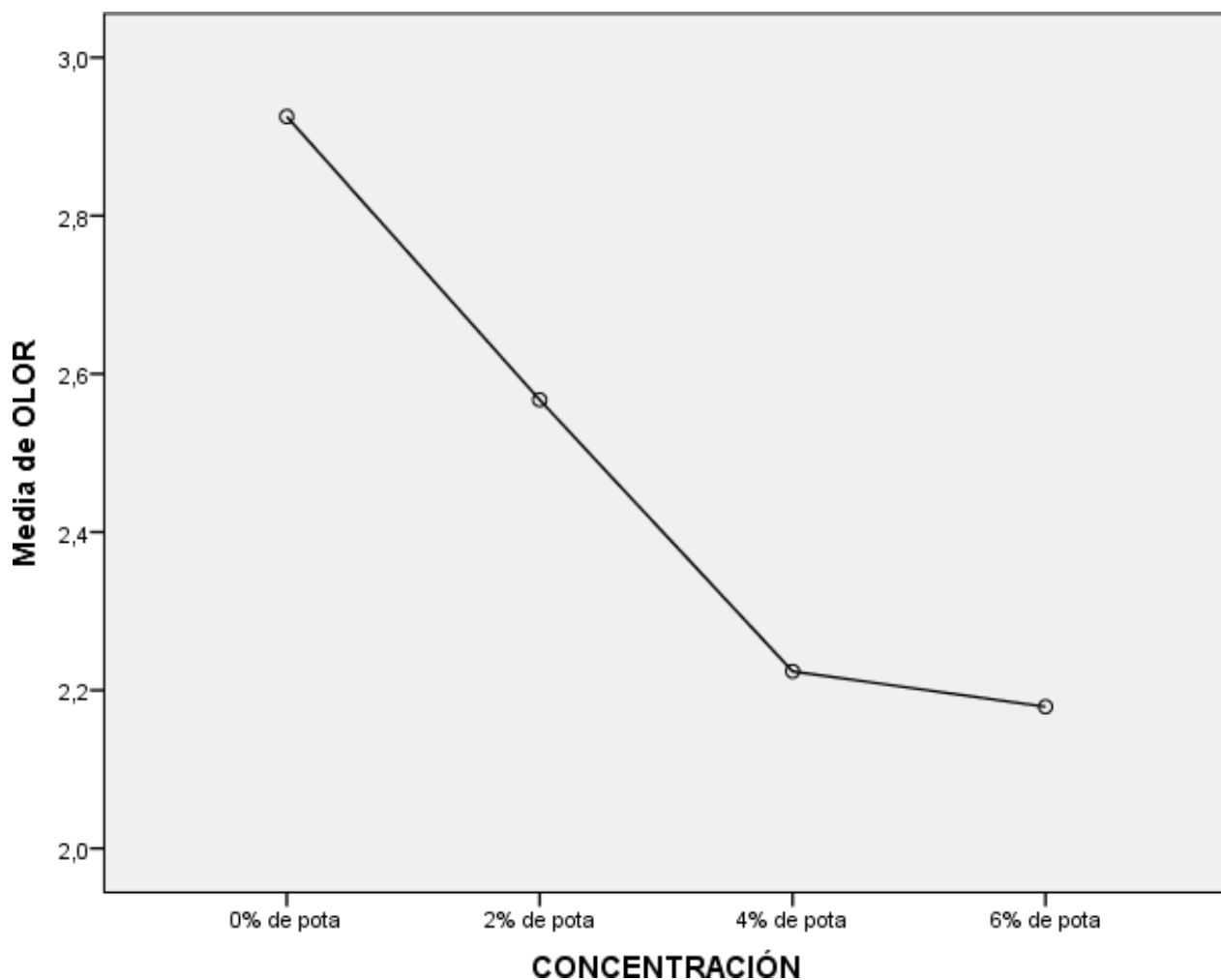


Figura 8 Concentración vs Olor. Recuperado de ISPSS. 2018

INTERPRETACIÓN:

En cuanto a la escala de olor, la muestra testigo gano con un 95.5% de me gusta mucho, seguido de la muestra de un 2% de harina de pota (76.1%), y por ultimo con un empate las muestras 4% y 6% con un 55,2% de aceptación del olor, que en la escala de la gráfica se logró visualizar el mismo resultado, con el pico de la muestra testigo y finalmente las muestras 4% y 6%.

Tabla 19

Respuestas de los evaluados según textura de aceptabilidad para cada nivel de fortalecimiento de producto extruido

Escala hedónica de aceptabilidad	Nivel de fortalecimiento del producto extruido							
	0%		2%		4%		6%	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Algodón (suave)	0	0	0	0	0	0	0	0
Queso (rugoso)	1	1.5	0	0	0	0	0	0
Piedra (duro)	66	98.5	67	100	67	100	67	100
Total	67	100	67	100	67	100	67	100

Elaboración propia

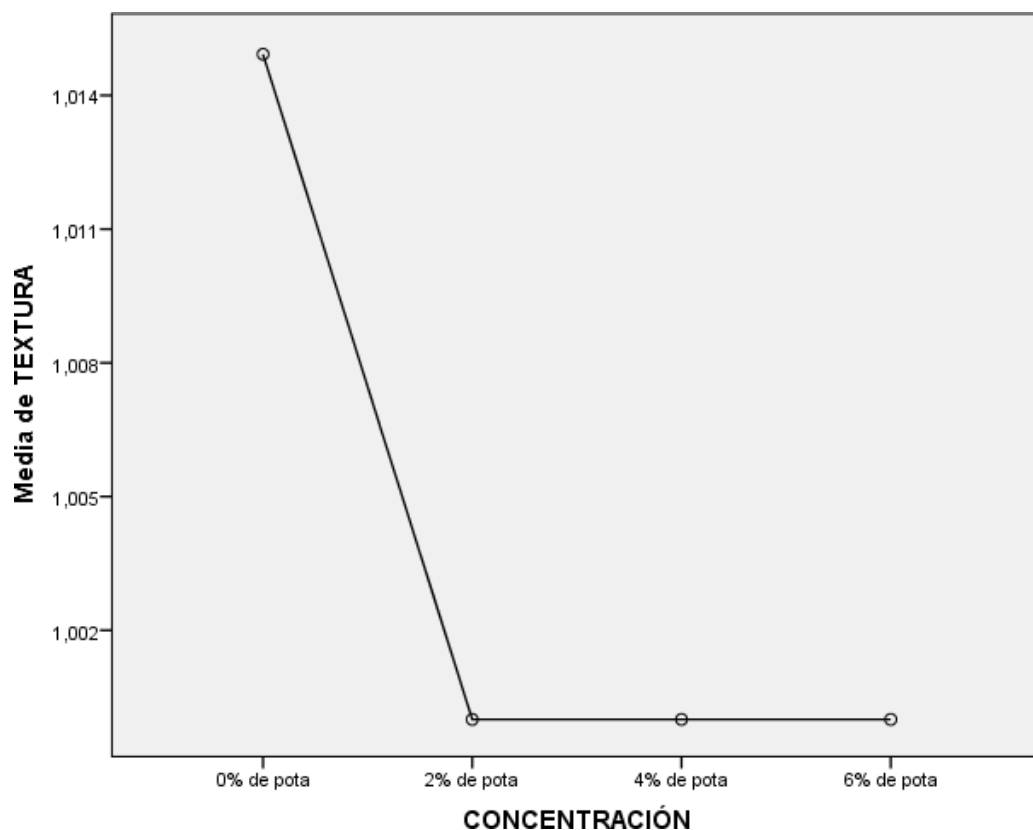


Figura 9 Concentración vs Textura. Recuperado de ISPSS. 2018

INTERPRETACIÓN:

En cuanto a la escala de textura, en las muestras de 2%, 4% y 6% concordaron con que estaban muy duras, y una pequeña diferencia en la testigo con un 98,5% de muy duro y 1.5% de rugoso, dando como aceptada las 3 muestras en empate, se puede visualizar en la gráfica que nos dio el programa estadístico ISPSS, que concuerda con la tabla N°19.

Tabla 20

Respuestas de los evaluados según sabor de aceptabilidad para cada nivel de fortalecimiento de producto extruido

Escala hedónica de aceptabilidad	Nivel de fortalecimiento del producto extruido							
	0%		2%		4%		6%	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Me gusta mucho	36	53.7	48	71.6	12	17.9	8	11.9
Ni me gusta ni me disgusta	26	38.8	5	7.5	29	43.3	26	38.8
Me disgusta mucho	5	7.5	14	20.9	26	38.8	33	49.3
Total	67	100	67	100	67	100	67	100

Elaboración propia

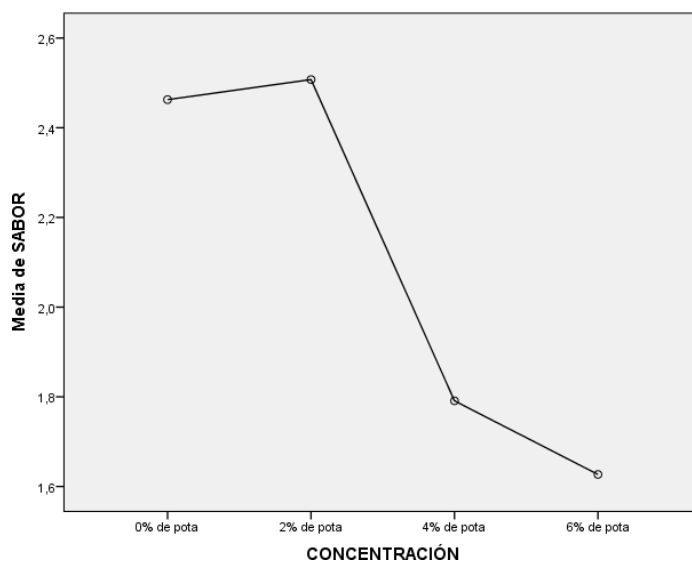


Figura 10 Concentración vs Sabor Recuperado de ISPSS. 2018

INTERPRETACIÓN:

En cuanto a la escala de sabor se nota la diferencia abismal entre todas las muestras, la más aceptada es la muestra con 2% de harina de pota con un 71.6% de me gusta mucho, seguido de un 53.7% de me gusta mucho de la muestra testigo, luego un 17,19% de aceptación de la muestra con un 4%, y finalmente la menos aceptada es la muestra con 6% de harina de pota (11,9% de aceptación), la figura nos muestra lo mismo pero mucho más compacto y fácil de interpretar ayudado de la escala.

5.3. Análisis microbiológico del producto terminado

En este estudio se eligió a los productos extruidos para formar parte de los avances Tecnológicos en alimentos, por tener mayor tiempo de vida útil y principalmente por ser consumida por la mayoría de niños a un considerado costo.

En investigaciones relacionadas a productos extruidos se han incluido anteriormente insumos de origen animal destinados para el consumo humano como harina de pota, existen estudios como el de Osorio C. (2015) quién sólo elaboró hojuelas extruidas a base de harina de pota precocida.

5.4. Análisis aminoácidos (Balance de aminoácidos)

La muestra más aceptada se logró hacer un balance de aminoácidos (En el laboratorio de la universidad de LA MOLINA – LIMA) completo que se muestra a continuación en la tabla N°21

Tabla 21

Balance de aminoácidos

Aminoácidos	Resultado (expresado g aa/100 g muestra)
Acido aspártico	0.13
Acido glutámico	0.45
Serina	0.10
Glicina	0.09
Histidina	0.04
Treonina	0.07
Alanina	0.05
Arginina	0.18
Prolina	0.18
Tirosina	0.05
Valina	0.09
Metionina	0.02
Isoleucina	0.07
Leucina	0.14
Fenilalanina	0.04
Lisina	0.06
Triptófano	0.10
Total (proteína cruda) F = 6.25	12.0*

***Expresada en gramos de proteína/100 gramos de muestra**

Adaptado de LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS. 2017

INTERPRETACIÓN:

Predomina el **ácido glutámico** con 0.45g/100g de muestra, este aminoácido ayuda en los niños actuando como neurotransmisor ayudando al sistema nervioso central, cerebro y medula espinal, también ayuda a metabolizar el azúcar y grasas y es utilizado en el tratamiento de la epilepsia y distrofia muscular; seguido de **arginina y prolina** (las dos con 0.18g/100 g de muestra), la primera ayuda a la liberación de hormonas de crecimiento y la reparación de los tejidos y el segundo es importante porque ayuda a cicatrizar el cartílago y

Fortalecimiento de las articulaciones, tendones y músculos del corazón; seguido de **leucina** (0.14g/100 g de muestra) es muy importante ya que reduce los niveles de azúcar en la sangre y ayuda a aumentar la producción de la hormona del crecimiento; nos sigue **ácido aspártico**, con un 0.13 g/100g de muestra, ayuda a reducir la fatiga y depresión, nos fortalece a la formación de celular y el metabolismo; **triptófano y serina** (las dos con un 0.09 g/100 g de muestra), el primero es importante ya que es un relajante natural, y estabiliza el estado de ánimo y a que el sistema inmunológico funcione correctamente y a controlar la hiperactividad en los niños, y el segundo es indispensable para la producción de inmunoglobulinas y anticuerpos.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó el nivel de aceptabilidad del producto extruido fortalecido con el 2% de harina de pota, por el público objetivo que fueron niños de 4 a 6 años.
2. Caracterizamos las 3 materias primas: en cuanto a harina de pota (humedad del 13.1%, proteína 76.8%, grasa muy baja, no contiene carbohidratos), harina de maíz (humedad de 17.25%, proteína de 8.77%, un elevado nivel de carbohidratos equivalente al 68.23%) y harina de trigo (su humedad más baja de 10.4%, proteína de 11.17%, un elevado nivel calórico de 74.18%), dando una gran variedad de nutrientes.
3. En los análisis físicos como densidad aparente, Índice de Solubilidad e índice de absorción de agua, la muestra con 2% también favoreció y cumplió con los parámetros para estar dentro de lo apto para consumo.(densidad aparente: 0.026 g/mL; Índice de absorción de agua: 4.54; Índice de solubilidad en agua: 2.9 e Índice de expansión: 2.69)
4. En cuanto al producto extruido con mayor aceptación, siendo la del 2% de harina de pota, dando como análisis proximal de 8.9% de humedad, en cuanto de proteínas dio 12%, bajo contenido de grasa (<1.5%) y carbohidratos elevados (76.1%).
5. El producto extruido fortalecido con 2% presentó un contenido de proteína que fue 12.00 g/100 g, descomponiendo esto en su composición aminoacídica de Ácido aspártico (0.13); Ácido glutámico (0.45); Serina (0.10); Glicina (0.09); Histidina (0.04); Treonina (0.07); Alanina (0.05); Arginina (0.18); Prolina (0.18); Tirosina (0.05); Valina (0.09); Metionina (0.02); Isoleucina (0.07); Leucina (0.14); Fenilalanina (0.04); Lisina (0.06) y Triptófano (0.10), expresados en g de aminoácidos/100g de muestra.
6. La aceptación de la muestra con un 2% de harina de pota se dio gracias a la aceptación por parte del sabor, que en los niños es el factor predominante para que sea de consumo infantil y a la vez ayuda con el nivel proteico que los snacks que se encuentran en el mercado no ayudan en la nutrición de los niños.
7. Los análisis microbiológicos dieron como resultado que es apto para consumo ya que se cumplió con las BPM en la elaboración del producto y se siguió el Flujograma adecuadamente con los parámetros adecuados, dando como fruto el snack en prueba para nuestro proyecto.

VIII. RECOMENDACIONES

1. El producto extruido fortalecido con 6 % de proteína proveniente de harina de pota se presenta como una buena alternativa para proporcionar proteína de origen animal, además podría ser beneficioso para ayudar a prevenir y resolver los problemas de desnutrición infantil, aunque no aceptación no fue favorable por el sabor que a los niños no les agrado, se podría mejorar con otras materias.
2. A pesar de que no fue necesario utilizar persegantes y conservantes en la estabilidad de los productos extruidos, se debe realizar un estudio de vida útil en éstos.
3. Aprovechar la aceptabilidad de los productos extruidos y desarrollar formulaciones que fortalece algún nutriente deficiente en nuestra población.
4. Promover el consumo de productos extruidos fortalecidos con ingredientes de origen animal.
5. La muestra con menos aceptación se debió al sabor, que en los niños es un factor predominante a la hora de consumir un alimento; contiene un fuerte sabor a pota y aunque esto influenciara en la cantidad de nutrientes.
6. Si se contaría con unos parámetros que no fluctúen en gran escala, como el uso de agua en este extrusor, se podrían tomar la mejor formulación y exacta para que el rendimiento sea el óptimo y su consumo sea el adecuado en niños de 4 a 6 años.
7. La mayoría de niños de 4 a 6 años consumen snack de mercado nacional como son “Chizito”, “doritos”, etc que no contribuyen en la alimentación, siendo nuestra idea promovida para la nutrición con un nivel proteica elevado que ayuda a fortalecer al cuerpo del niño en crecimiento.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anderson, Y.; B. Hedlund; L. Jonsson; S. Svensson (2011). Extrusion cooking of a high fiber cereal product with crispbread character. Cereal chemistry.
2. AOAC International, (2016), Métodos Oficiales de Análisis. 20ava edición, AOAC International, Gaithersburg.
3. Beltrán Marcia y Marcilla Antonieta, (2015), Tecnología de polímeros: procesamiento y propiedades, Editorial Universidad de Alicante, España.
4. Boucber Gómez Fausto, (2015), Tecnología alimentaria y agroindustria rural, Editorial CELATER, Cali, Colombia.
5. Caceres, M. (2015). Plan de Negocios para la creación de la categoría bocaditos peruanos en la empresa Snacks America Latina S.R.L. Universidad ESAN Lima.
6. Cadena Maldonado Cristina, Yanes Xavier Santiago, (2016), Elaboración de un Snacks Extruido Expandido a base de Chocho y gritz de maíz, Lima
7. Carrasco Repo Rita et. al., (2011), Desarrollo y elaboración de un Snacks extruido a partir de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) y Maíz (*zea mays.*, Universidad Nacional Agraria la Molina.
8. Cisneros, F. (2012). Extrusión de alimentos. Curso de Extensión. Universidad San Ignacio de Loyola. Lima , Perú.
9. Del Valle, F.R., H. Villanueva, J. Reyes, M. Escobedo (2001). Development, evaluation and industrial production of a POWDERED soy-oats infant formula using a low-cost extruder. FOOD SCI.
10. Fellows, P. (1994) Tecnología del procesamiento de los alimentos, principios y prácticas. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

- 11.** Fernandez – Gutierrez. J.A., San Martin- Martinez. E. (2004) Hysicochemical properties of casein-starch interaction obtained by extrusión process. Starch/Starke.
- 12.** Gonzalez, R.J; Torres, R.L.; De Greff, D.M (2012), Extrusión – Cocción de Cereales. Boletin de sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos
- 13.** Guy, R. (2013), Extrusión de alimentos: tecnología y aplicaciones. Ed. Acribia, Zaragoza. España.
- 14.** Kent N. (2001), Tecnologia de los Cereales. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- 15.** Omar Ronny Raúl, (2013), Calidad Nutricional de un producto extruido fortalecido condos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina, Lima.
- 16.** Qing-Bo, D., Ainsworth (2006) The effect of extrusion conditions on the functional and physical properties of wheat-based expanded snacks. Journal of FoodEngineering.
- 17.** Riaz, M. N. (2010). Extrusores en las aplicaciones de alimentos. Ed. Acribia.Zaragoza. España.
- 18.** Sancho Arenales Juan, (2015), Introducción al análisis sensorial de los alimentos, Editorial Alfa omega, México.
- 19.** Stanley, D. W. (2009). Protein reaction during extrusión processing. In extrsuion cooking; mercier, C, Linko; American Association of Cereal Chemists: St. Paul.
- 20.** Suzanne Niezzene Susan, (2013), Análisis de los alimentos: Manual de Laboratorio, Editorial ACRIBIA S.A., Zaragoza, España.
- 21.** Tepleta Ochoa Donaji, (2014), Análisis estacional de las características químico proximales del Calamar Gigante (Dosidicus Gigas) recolectado en Santa Rosalía, baja California Sur México.

X. ANEXOS

10.1. Elaboración del producto extruido



Figura 8 Recepción de harina de pota. Elaboración propia



Figura 9 Recepción de maíz. Elaboración propia



Figura 10 Recepción de trigo. Elaboración propia



Figura 11 Selección de materia prima e insumos. Elaboración propia



Figura 12 Molienda de granos. Elaboración propia



Figura 13 Pesado de materia prima e insumos. Elaboración propia

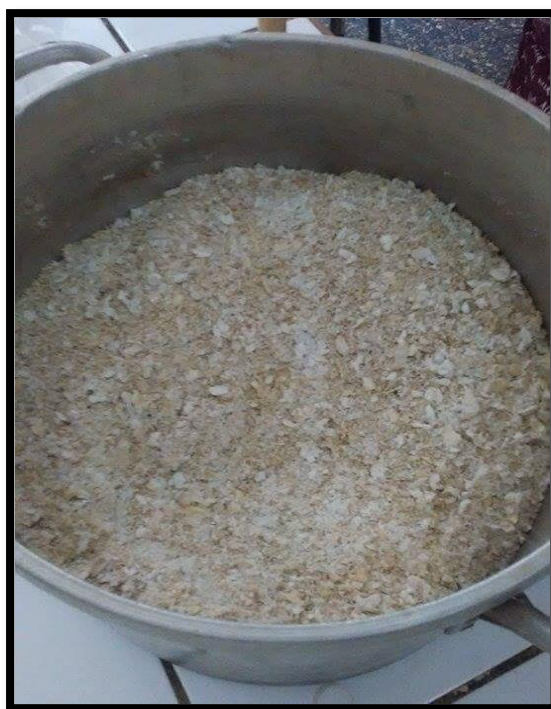


Figura 14 Mezclado. Elaboración propia



Figura 15 Extrusor. Elaboración propia

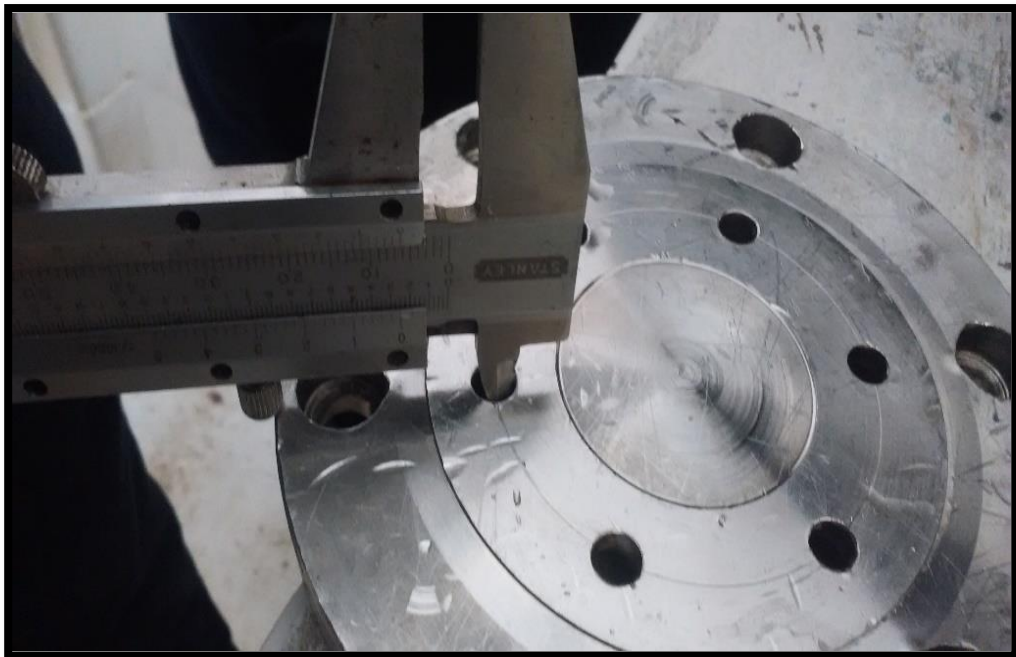


Figura 16. Medición de diámetro de boquilla. Elaboración propia

	
INDUSTRIAS FRACLEN SRL	
Fabricación de Maquinas Agroindustriales	
Av. Naciones Unidas N°1317 Lima 1	
EXTRUSORA	
MATERIAL ACERO INOXIDABLE AISI 304	
MODELO	EAI-IF
EXTRUSORA	MARCA FRACLEN
CAPACIDAD	50 A 100 KG/H.
MOTOR	20 H.P.
MOTORREDUCTOR	2 H.P.
MOTOR CORTADOR	1.5 H.P.
PESO APROX	450 KG
PROCEDENCIA	LIMA-PERU
FECHA FAB.	MAR-2016
SERIE	11900718

Figura 17 Especificaciones del extrusor Elaboración propia



Figura 18 Precalentamiento del extrusor. Elaboración propia



Figura 19 Extrusión propiamente dicha. Elaboración propia



Figura 20 Empacado. Elaboración propia



Figura 21 Pesado de producto terminado. Elaboración propia



Figura 22 Almacenamiento de producto terminado. Elaboración propia



Figura 23 Evaluación sensorial a niños de 4 años. Elaboración propia



Figura 24 Evaluación sensorial a niños de 5 años. Elaboración propia



Figura 25 Evaluación sensorial a niños de 6 años. Elaboración propia



Figura 26 Aceptabilidad de niños en la evaluación. Elaboración propia



Figura 27 Análisis de producto terminado. Elaboración propia

10.2. Análisis bromatológicos



Figura 28 Análisis de humedad de materia prima Elaboración propia

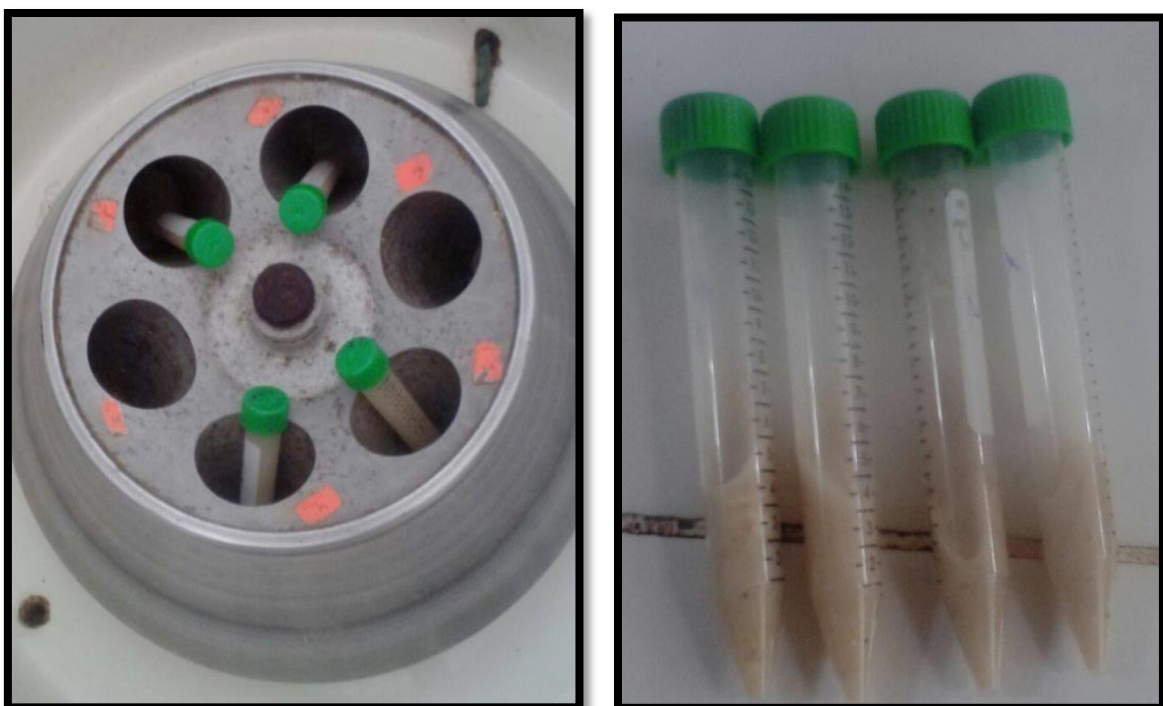


Figura 29 Análisis de producto terminado. Elaboración propia

10.3. Certificado de análisis microbiológico



**GOBIERNO REGIONAL LAMBAYEQUE
GERENCIA REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL**

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

INFORME DE ENSAYO N° 131 - 2017 - ALM - LSA-LAMB

DOC: 3053977

EXP: 2431039

I.- DATOS GENERALES

- Nombre del solicitante : ANDERSON CASTAÑEDA ANACLETO
- DNI : 73254591
- Tipo de análisis : Microbiológico.
- Documento de referencia : Solicitud
- SISGEDO : 3047798
- N° de recibo Bco. Nación : 10664078 -5-F

II.- DATOS DE LA MUESTRA

- Nombre del producto : ALIMENTO EXTRUIDO A BASE DE HARINAS DE TRIGO, MAÍZ Y POTA.
- Cantidad de muestra : 525 g.
- Muestreador : Propio usuario, quien remitió muestra a laboratorio.
- Condiciones de recepción de muestra : En bolsa transparente con cierre hermético a temperatura ambiente.
- Fecha de producción : No Indica Fecha de vencimiento: No Indica Lote: No Indica
- Observación : Según documento (Solicitud) la muestra es muestra piloto para desarrollar trabajo de investigación.
- Fecha de recepción : 20/06/17 Fecha y hora de inicio de ensayos: 20/06/17 - 9.00 a.m.

III.- RESULTADOS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

AGENTE MICROBIANO	Categoría	Clase	Límite por g		RESULTADOS Ufc/g
			m	M	
Aerobios mesófilos UFC/ g.	3	3	10^4	10^5	$1,2 \times 10^2$
Coliformes UFC/ g.	5	3	10^2	10^3	$<10^2$
Mohos UFC/ g.	5	3	10^2	10^3	$<10^2$
Levaduras UFC/ g.	5	3	10^2	10^3	$<10^2$
Salmonella sp. UFC/g.	10	2	Ausencia / 25g	-----	Ausencia / 25g
Bacillus cereus UFC/g.	8	3	10^2	10^4	$<10^2$

*R.M. Nº 591-2008/MINSA "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano". *Ensayos y métodos de ensayo, acordados con el usuario. Muestra única ensayada.

IV.- CONCLUSIONES


- La muestra: **ALIMENTO EXTRUIDO A BASE DE HARINAS DE TRIGO, MAÍZ Y POTA, CUMPLE** con los requisitos microbiológicos para los ensayos realizados según lo requerido en el ítem IX.5 Producto cocido de consumo directo, como extruidos, expandidos, hojuela instantánea, otros; de la R.M. Nº 591-2008/MINSA.
- **Nota:** Resultados válidos únicamente para la muestra sometida a ensayos en la fecha y hora indicadas.

Chiclayo, 26 de junio del 2017.



 Clara Luisa Henckell Sime
 84010GA
 C.B.P. 3599 R.N.B.E. 0077

Figura 30 Análisis microbiológico de la muestra con mayor aceptación. Recuperado de DIGESA. 2017

10.4. Certificado de balance de aminoácidos de la muestra con mayor aceptación



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



PRODUCTO : SNACK DE POTA, MAIZ Y TRIGO
NUMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA : S.L.
CANTIDAD RECIBIDA : 492,2 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa cerrada
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 004205-2017
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 14/08/2016
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica.

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:
ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Aminoácidos:	
- Ácido Aspártico (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,13
- Ácido Glutámico (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,45
- Serina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,10
- Glicina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,09
- Histidina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,04
- Treonina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,07
- Alanina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,05
- Arginina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,18
- Prolina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,18
- Tirosina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,05
- Valina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,09
- Metionina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,02
- Isoleucina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,07
- Leucina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,14
- Fenilalanina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,04
- Lisina (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,06
2.- Triptófano (g de aminoácido / 100 g de muestra original)	0,10
3.- Proteína Cruda (g / 100g de muestra original)(Factor: 6,25)	12,0

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
 1.- Analytical Biochemistry 136, 65-74 1984
 2.- LMCTL-006F 2001
 3.- AOAC 988.05 Cap. 4, Pág. 25, 20th Edition 2016

Figura 31 Aminoácidos encontrados en la muestra con mayor aceptación. Recuperado de LA MOLINA CALIDA TOTAL LABORATORIOS – LIMA. 2017