



“UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

Elaboración de una mezcla alimenticia extruida a base de harina
de quinua (***Chinopodium quinoa Willd***), arroz (***Oriza sativa***) y
frijol gandul (***Canajuscajan***) saborizado con harina de lúcuma

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

Bach.: Aguirre Tafur David Humberto

Bach.: Calderon Mera Yessica Karol

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015

Elaboración de una mezcla alimenticia extruida a base de harina de quinua (***Chinopodium quinoa Willd***), arroz (***Oriza sativa***) y frijol gandul (***Canajuscajan***) saborizado con harina de lúcuma.

ELABORADO POR:

Bach.: Aguirre Tafur David Humberto

Bach.: Calderón Mera Yessica Karol

JURADO:

PRESIDENTE
ING. ADA PATRICIA BARTUREN QUISPE

SECRETARIO
ING. LUIS ANTONIO POZO BENITES

VOCAL
ING. RENZO BRUNO CHUNG CUMPA

ASESORADO POR:

ING. M.SC. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado principalmente a Mi hermana Cinthya Aguirre Tafur, por haber siempre Depositado su confianza en mí, y darme su apoyo de Forma Infinita, así también a mis padres Luis Aguirre Suarez y Doris Tafur García por su dedicación y esfuerzo.

David Aguirre Tafur.

A mis hijas Kristell y Nahomy, porque son mi principal Motor para superarme, y a mi esposo Manuel Padilla Flores por creer en mí y estar a mi lado, A mis padres Yolanda y Sergio, Angélica y Pablo que gracias

A su esfuerzo, dedicación y confianza eh logrado cumplir Hasta ahora con mis metas trazadas.

Yessica Calderón Mera.

Agradecimiento

Deseamos agradecer principalmente a Dios por todas las bendiciones brindadas, haciendo posible la realización de este nuestro trabajo.

De manera especial a nuestro asesor Juan Francisco Robles Ruiz por su paciencia, dedicación y apoyo a poder finalizar esta investigación.

A Luis Sernaque Zavaleta, Amigo que gracias a su apoyo culminamos las pruebas estadísticas y/o realización de diapositivas.

Y por último a nuestros familiares por la paciencia y ayuda en momentos difíciles que afrontamos en su realización

LOS AUTORES

INDICE

Pág.

INTRODUCCIÓN.....	13
-------------------	----

3

I. MARCO TEÓRICO.....	17
-----------------------	----

1.1. MATERIAS PRIMAS	17
----------------------------	----

1.1.1 QUINUA (CHENOPODIUM QUINOAWILLD)	17
---	----

1.1.1.1.-DESCRIPCION TAXONOMICA.....	17
--------------------------------------	----

1.1.1.2.- DESCRIPCION BOTANICA	18
--------------------------------------	----

1.1.1.3.- VALOR NUTRITIVO.....	19
--------------------------------	----

1.1.1.4.- FACTORES ANTINUTRICIONALES.....	21
---	----

1.1.1.5.-HARINA DE QUINUA.....	22
--------------------------------	----

1.1.2.- FRIJOL GANDUL (Cajanus Cajan.L).....	23
---	----

1.1.2.1.- DESCRIPCION TAXONOMICA.....	23
---------------------------------------	----

1.1.2.2.- DESCRIPCION BOTANICA.....	24
-------------------------------------	----

1.1.2.3.- VALOR NUTRITIVO.....	24
--------------------------------	----

1.1.2.4.-COMPOSICION QUIMICA.....	25
-----------------------------------	----

1.1.2.5 HARINA GANDUL.....	26
----------------------------	----

1.1.3 ARROZ (Oryza Sativa).....	26
----------------------------------	----

1.1.3.1.-UBICACION TAXONOMICA.....	27
------------------------------------	----

1.1.3.2.-DESCRIPCION	27
----------------------------	----

1.1.3.3 VARIEDADES DE ARROZ EN EL PERU	28
--	----

1.1.3.4.-HARINA DE ARROZ.....	29
-------------------------------	----

1.1.4 LUCUMA (Pouteria Lucuma)	29
--------------------------------------	----

1.1.4.1.-DESCRIPCION BOTANICA Y TAXONOMICA.....	30
---	----

1.1.4.2.-COPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO.....	31
--	----

1.2 MEZCLAS ALIMENTICIAS	34
--------------------------------	----

1.2.1.-MEZCLAS BASICAS	34
1.2.2.-MEZCLAS MULTIPLES.....	35
1.2.3.-FOPRMULACION DE MEZCLAS PROTEICAS.....	36
1.2.4.-COMPLEMENTACION NUTRICIONAL ENTRE HARINAS DE LEGUMINOSA CEREALES.....	39
1.2.5.-NORMAS TECNICAS DE LA MEZCLA PROTEICA.....	40
1.3.-FORMULACION DE ALIMENTOS.....	41
1.4.-EXTRUSION	44
1.4.1.-GENERALIDADES.....	44
1.4.2.-CLASES DE EXTRUSION.....	46
1.4.2.1.-EXTRUSION A BAJA PRESION	46
1.4.2.2.-EXTRUSION A ALTA PRESION	47
1.4.3.-TIPOS DE EXTRUSORES.....	48
1.4.3.1EXTRUSORES MONOTORNILLO.....	49
1.4.3.1.1 Sección de alimentación (feedzone).....	50
1.4.3.1.2 Sección de compresión (kneadingzone).....	50
1.4.3.1.3 Sección de bombeo o “metering”.....	50
1.4.3.2 EXTRUSORES DOBLE TORNILLO.....	53
1.4.4 PRINCIPALES VARIABLES EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN.....	54
1.4.5 EFECTO DE LA EXTRUSIÓN SOBRE LOS COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LOS ALIMENTOS.....	56
1.4.5.1 Efecto sobre los almidones	57
1.4.5.2 Efecto sobre las proteínas	58
1.4.5.3 Efecto sobre las grasas.....	59
1.4.5.2 Efecto sobre las vitaminas	60
1.4.5.2 Efecto sobre las características organolépticas.....	61

1.4.6	VENTAJAS DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN	63
II.	METODOLOGÍA.....	65
2.1	ÁREA DE EJECUCIÓN	65
2.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	65
2.3	UNIVERSO Y MUESTRA	66
2.3.1	UNIVERSO.....	66
2.3.2	MUESTRA	66
2.4	VARIABLE DE ESTUDIO.....	66
2.4.1	VARIABLE DEPENDIENTE	66
2.4.2	VARIABLES INDEPENDIENTES	67
2.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	67
2.5.1	EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO	67
	2.5.1.1.-equipos.....	66
	2.5.1.2.-material.....	67
2.5.2	REACTIVOS Y SOLUCIONES	69
2.5.3	MÉTODO DE ANÁLISIS.....	70
	2.5.3.1.- análisis físicoquímico.....	69
	2.5.3.2.- análisis microbiológico.....	70
	2.5.3.1.- evaluación organoléptica.....	70
2.6.-	METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	71
2.6.1	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	72
	2.6.1.-ANALISIS FISICOQUIMICO.....	71
	2.6.2.-ANALISIS MICROBIOLOGICO.....	72
2.6.2	OBTENCIÓN DE LA MEZCLA EXTRUIDA Y EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	73
2.6.3	CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO	77
	2.6.3.1.-CARACTERIZACION FISICOQUIMICA.....	76
	2.6.3.2.-ANALISIS MICROBIOLOGICO.....	76

2.6.3.3.-EVALUACION ORGANOLEPTICA.....	76
2.6.3.4.-INDICE DE ABSORCION E INDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA.....	77
2.6.3.5.-TAMAÑO DE PARTICULA.....	77
2.6.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	78
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	80
3.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	80
3.1.1 Análisis físico químico.....	80
3.1.2 Análisis microbiológico.....	81
3.2.-EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y OBTENCIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINAS.....	82
3.2.1 Evaluación de los tratamientos	82
3.2.1.1.-EVALUACION DEL APOORTE PROTEICO Y ENERGETI...81	
3.2.1.2.- EVALUACION SENSORIAL.....	83
3.2.2 Obtención del producto.	98
3.3.-Caracterización del producto obtenido	100
3.3.1.-ANALISIS FISICOQUIMICO.....	99
3.3.2.-ANALISIS MICROBIOLOGICO.....	100
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
4.1 CONCLUSIONES	102
4.2 RECOMENDACIONES	1033
V. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	105
ANEXOS	111

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 01: Iconografía (LIMPIEZA DEL EXTRUSOR)	111
ANEXO 02: Acondicionamiento de materia prima y procesos de extruido	112
ANEXO 03: Pruebas de medición del grado de satisfacción	114
ANEXO 04: resultados de evaluación sensorial	115
ANEXO 05: Norma técnicas de harinas sucedáneas procedentes de cereales	116
ANEXO 06: Norma técnicas de harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de granos alimenticios	124
ANEXO 07: determinación del índice de absorción e índices de solubilidad en agua	126
ANEXO 08: determinación del tamaño de partícula	127
ANEXO 09: resolución de designación de jurado	129

INDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1: Aspectos a tener en cuenta en la formulación de los Alimentos	39
CUADRO 2: Variables más importantes que intervienen en el proceso de extrusión	51
CUADRO 3: Métodos de determinación físico químicos	65
CUADRO 4: Métodos de análisis microbiológicos	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1: Esquema que muestra las distintas zonas de un extrusor modelo	51
FIGURA 2: Transformaciones sucesivas durante la extrusión	57
FIGURA 3: Diagrama de bloques para la obtención de las Formulaciones	75
FIGURA 4: comparación de medias para aroma	85
FIGURA 5: comparación de medias para color	87
FIGURA 6: comparación de medias para sabor	89
FIGURA 7: comparación de medias para textura	92
FIGURA 8: comparación de medias para apariencia	94
FIGURA 9: flujo de operaciones para la obtención de una mezcla alimenticia extruida	98

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1: Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básico (%)	20
TABLA 2: Composición química de la semilla de quinua por 100 g. de parte comestible	21
TABLA 3: Composición química de frijol gandul seco	25
TABLA 4: Contenido de minerales y vitaminas del arroz	28
TABLA 5: composición porcentual de frutos de lúcuma	32
TABLA 6: composición química de la lúcuma en 100 g de fruta	33
TABLA 7: combinación de alimentos para formular mezclas alimenticias	37
TABLA 8: Límites de las Harinas de Cereales, Raíces y Leguminosas	41
TABLA 9: Análisis de varianza para los tratamientos	78
TABLA 10: Resultado de Análisis físico químico de la harina de quinua, arroz, frijol gandul y lúcuma	79
TABLA 11: Análisis microbiológicos de las materias primas	80
TABLA 12: Composición químico proximal de las formulaciones en base a 100 g.	82
TABLA13: Valor energético de las formulaciones en base a 100g	83
TABLA 14: Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Aroma	84
TABLA 15: Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Color	86
TABLA 16: Pruebas de efectos inter-sujetos para variable sabor Pruebas de Tukey	88

TABLA 17: Pruebas de Tukey	90
TABLA 18: Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Textura	91
TABLA 19: Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Apariencia	93
TABLA 20: Comparación de análisis sensorial y fisicoquímico de los resultados	96
TABLA 21: Composición químico proximal de la formulación Q (60%)A (25%)F(15%) en base a 100 g.	99
TABLA 22: Análisis microbiológicos del alimento extruido	100

ABSTRACT

In the present research work experience in the laboratory and production was held at the National University Pedro Ruiz Gallo used as raw material flour quinoa (***Chinopodium quinoa Willd***), rice (***Oryza sativa***) and pigeon pea (***Canajus cajan***) that they used to get the extruded feed mixture .

The initial work was to characterize the raw materials by physical , chemical and microbiological analysis. After three treatments are made, the same that were evaluated physicochemically to know its composition and protein , and also assessed the Atwater factors of 4, 9 and 4 kcal / g . amount of protein, fat and carbohydrates respectively to find the formulation with greater energy intake . Finding that the formulation with 60% quinoa flour , 25% rice flour and 15 % pigeon pea flour is what gives 6.38 % protein and 100 Kcal 367.10 g ration and qualified through sensory attributes appearance , color , odor , flavor and texture as the best .

It is concluded that the extruded and characterized physicochemically feed mixture presented a protein content of 6.38 % , 80.22 % carbohydrates, 2.3 % fat, 2.5 % fiber and 1.6 % ash. Also shown during storage for 60 days presence of microorganisms (numbering total viable aerobic bacteria < 10 cfu / g., Fungi numbering < 10 cfu / g., Determining the absence of coliforms cfu / 25g. And Salmonella absence determination cfu / 25g) within allowable limits as 071 Technical Standard Health Ministry of Health and Department of Environmental Health.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación la experiencia a nivel de laboratorio y productiva fue realizada en la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo utilizando como materias primas harinas de quinua (***Chinopodium quinoaWilld***), arroz (***Oriza sativa***) y frijol gandul (***Canajus cajan***) que se emplearon para obtener la mezcla alimenticia extruida.

El trabajo consistió inicialmente en caracterizar las materias primas mediante análisis físico químicos y microbiológicos. Luego se formularon tres tratamientos, los mismos que fueron evaluados fisicoquímicamente para conocer su composición y aporte proteínico, así como también se evaluó con los factores de Atwater de 4,9 y 4 Kcal/g. correspondiente a proteína, grasa y carbohidratos respectivamente para encontrar la formulación con mayor aporte energético. Encontrándose que la formulación con 60% de harina de quinua, 25% de harina de arroz y 15% de harina de frijol gandul es la que aporta 6.38% de proteína y 367.10 Kcal en 100 g de ración y calificada sensorialmente a través de los atributos de apariencia, color, olor, sabor y textura como la mejor.

Se concluye que la mezcla alimenticia extruida y caracterizada fisicoquímicamente presentó un contenido de 6.38% proteína, 80.22% de carbohidratos, 2.3% de grasa, 2.5% de fibra y 1.6% de ceniza. Así mismo mostró durante el almacenamiento por 60 días presencia de microorganismos (numeración de bacterias aerobias viables totales, < 10 ufc/g., numeración de hongos <10 ufc/g., determinación de coliformes ausencia ufc/25g. y determinación de Salmonella ausencia ufc/25g) dentro de los límites permisibles según Norma Técnica Sanitaria 071 del Ministerio de Salud y Dirección General de Salud Ambiental.

INTRODUCCIÓN

El principal desafío que enfrenta la humanidad es la lucha contra el hambre y la desnutrición. Esta circunstancia demanda la utilización de nuevas fuentes alimenticias con adecuada calidad proteica para asegurar una dieta suficiente. Para ello se requiere el desarrollo de nuevos productos alimenticios proteínicos para complementar los alimentos tradicionales de origen animal.

Existe un sector vulnerable especialmente los niños y personas de la tercera edad al desarrollo de carencias nutricionales; necesitan alimentos de valor nutritivo concentrado y prefieren alimentos fáciles de preparar y comer. Por lo anterior, surge la necesidad de desarrollar productos alimenticios enfocados a cubrir la demanda de estos grupos de personas, que satisfaga sus necesidades nutricionales y que además tengan una fácil preparación para su consumo con el uso de mezclas extruidas de cereales y leguminosas para obtener un mejor balance en la calidad proteica del producto final.

La mezcla de proteínas de origen vegetal debe tener una relación de dos partes de cereales y granos andinos (quinua, cañihua, kiwicha, cebada, maíz, trigo, etc.) por una parte de leguminosas (tarwi, habas, gandul, soya, etc.), formando una proteína de alta calidad (Ayala, 1998; Ayala et al., 2001). Además de complementar contenidos nutricionales, estas mezclas ofrecen condiciones de asimilación y digestión importantes para la salud y nutrición.

Si se consumen en cantidades suficientes, cubrirán las necesidades de energía y de proteína, pudiendo ser utilizadas en la alimentación de poblaciones de bajos recursos, así como en personas con riesgo de desnutrición (Cameron y Hofvander, 1978).

En las últimas décadas se ha desarrollado la extrusión, como un método versátil, rápido y eficiente en la reducción de factores antinutricionales y en el aumento de la digestibilidad proteica.

En el proceso de extrusión, el almidón es el componente que juega el papel más importante, ya que los cambios que sufre afectan la expansión y la textura final del producto extruido; también mejora la digestibilidad de la proteína vía desnaturalización, porque expone los puntos activos a las enzimas digestivas.

La aplicación del procesado mediante extrusión afecta directamente a la estructura y composición de las fracciones proteica y grasa de los productos elaborados. En este sentido, se producen cambios estructurales en las proteínas (desnaturalización, formación de enlaces disulfuro no covalentes, etc.), que provocan cambios en sus propiedades funcionales (solubilidad, emulsificación, gelificación y texturización).

Por tanto, la tecnología se puede aplicar para: mejorar o modificar parte de estas propiedades funcionales, inducir la formación de complejos lípidos-carbohidratos, que mejoran la textura y sus características sensoriales y desnaturalizar e inactivar factores antinutricionales mejorando su aptitud posterior para el desarrollo de nuevos productos, como en el caso de

matrices vegetales de alto valor nutritivo pero con altas concentraciones de estos factores.

La versatilidad de uso de los productos extruidos, así como la tecnología utilizada, proporciona al estudio la dimensión necesaria, pues por un lado se beneficia al consumidor y por otro lado al productor de las materias primas necesarias que serán el soporte de esta rama de la tecnología de los alimentos, y finalmente a la economía nacional.

Por ello se consideró realizar el presente trabajo de investigación, planteándonos los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- Obtener una mezcla alimenticia extruida a partir de harina de quinua (*Chinopodium quinoa Willd*), arroz (*Oriza sativa*) y frijol gandul (*Canajus cajan*) saborizado con harina de lúcuma

Objetivos Específicos:

- Caracterizar fisicoquímicamente las harinas de quinua, arroz y frijol gandul.
- Determinar parámetros tecnológicos del proceso.
- Evaluar los tratamientos a partir de la composición químico proximal y análisis sensorial.
- Determinar las características fisicoquímicas de la mezcla alimenticia obtenida.

- Evaluar la estabilidad microbiológica en el almacenamiento de la mezcla alimenticia obtenida.

I. MARCO TEÓRICO

1.1. Materias Primas

1.1.1 Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)

1.1.1.1 Descripción taxonómica

La quinoa es una planta de la familia ***Chenopodiaceae***, género ***Chenopodium***, sección ***Chenopodia*** y subsección ***Cellulata***. El género ***Chenopodium*** es el principal centro de la familia ***Chenopodiaceae*** y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies (Mora, 2012).

Según Mora (2012) la clasificación taxonómica del amaranto es:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledoneas
Sub clase	: Angiospermas
Orden	: Centrospermales
Familia	: Chenopodiáceas
Género	: <i>Chenopodium</i>
Sección	: <i>Chenopodia</i>
Subsección	: <i>Cellulata</i>
Especie	: <i>quinoa Willdenow.</i>

1.1.1.2 Descripción botánica

La quinua es una planta de desarrollo anual, de hojas anchas, dicotiledónea y usualmente alcanza una altura de 1 a 2 m. El tallo central comprende hojas lobuladas y quebradizas. El tallo puede tener o no ramas, dependiendo de la variedad y/o densidad del sembrado. La raíz principal normalmente mide de 20 a 25 cm, de longitud, formando una densa trama de radículas, las cuales penetran en la tierra tan profundamente como la altura de la planta. Las panículas o panojas crecen generalmente en la punta de la planta y algunas veces debajo del tallo. Las flores son pequeñas y carecen de pétalos. Generalmente son bisexuales y se autofertilizan. El fruto es seco y mide aproximadamente 2 mm. de diámetro (de 250 a 500 semillas por grano), circundando al cáliz, el cual es del mismo color que el de la planta. La semilla es usualmente lisa y de color blanco, rosado, naranja como también rojo, marrón y negro), el peso del embrión constituye el 60% del peso de la semilla, formando una especie de anillo alrededor del endospermo que se desprende cuando la semilla es cocida. Ministerio de Agricultura (MINAG, 2010).

1.1.1.3 Valor nutritivo

Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 y 21.9% dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO.

Al respecto Risi (1993) acota que el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche. Su composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con la carne, el huevo, el queso y la leche se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básico (%)

Componentes (%)	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche vacuna	Leche humana
Proteína	13,00	30,00	14,00	18,00	3,50	1,80
Grasas	6,10	50,00	3,20		3,50	3,50
Hidratos de carbono	71,00					
Azucar					4,70	7,50
Hierro	5,20	2,20	3,20		2,50	
Calorias 100 g	350	431	200	24	60	80

Fuente: Risi (1993)

La calidad nutricional del grano es importante por su contenido y calidad proteica, siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados, mientras que por ejemplo las proteínas de los cereales son deficientes en estos aminoácidos.

La quinua posee un alto porcentaje de fibra dietética total (FDT), lo cual la convierte en un alimento ideal que actúa como un depurador del cuerpo, logrando eliminar toxinas y residuos que puedan dañar el organismo. Produce sensación de saciedad. El cereal en general y la quinua en particular, tiene la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el estómago.

Tabla 2. Composición química de la semilla de quinua por 100 g de parte comestible

Característica	Contenido
Humedad (g)	11,8
Proteína (g)	12,2
Carbohidratos (g)	67,2
Lípidos (g)	6,2
Fibra (g)	5,7
Cenizas (g)	2,6
Energía (kcal)	363
Calcio (mg)	85
Fósforo (mg)	155
Potasio (mg)	-
Vitamina C (mg)	-
Fuente: Collazos (1980)	

1.1.1.4 Factores Anti nutricionales

El contenido de saponina en la quinua varía entre 0,1 y 5%. El pericarpio del grano de quinua contiene saponina, lo que le da un sabor amargo y debe ser eliminada para que el grano pueda ser consumido. Las saponinas se caracterizan, además de su sabor

amargo, por la formación de espuma en soluciones acuosas. Forman espumas estables en concentraciones muy bajas, 0,1 %, y por eso tienen aplicaciones en bebidas, shampoo, jabones etc.

Por la toxicidad diferencial de la saponina en varios organismos, se ha investigado sobre su utilización como potente insecticida natural que no genera efectos adversos en el hombre o en animales grandes, destacando su potencial para el uso en programas integrados de control de plagas. El uso de la saponina de la quinua como bioinsecticida fue probado con éxito en Bolivia. (Vera et al., 1997).

1.1.1.5 Harina de quinua

El objetivo de la molienda es convertir los granos de quinua procesada en harina que puede ser empleada en panadería, galletería, pastas, pastelería, etc. y los subproductos obtenidos que son empleados en la alimentación animal. Antes de la molienda, el grano debe pasar por una limpieza para eliminar impurezas. Luego debe ser condicionado para que tenga una humedad máxima de 14%. El acondicionado puede efectuarse mediante un secado o un tostado, con lo que se obtendrá como producto una harina cruda y una harina tostada, respectivamente. Mediante el acondicionado se simplifica la operación de la molienda, facilitando la extracción del

salvado y mejorando la calidad panadera de la harina (Meyhuay, 2000).

1.1.2 Frijol gandul (*Cajanuscajan .L*)

1.1.2.1 Descripción taxonómica

El gandul es originario de la India donde ha crecido por miles de años. Alcanzo el continente de África hace 2000 años AC o antes, y continuamente una diversidad en el Este de África. Con la conquista y el comercio de esclavos llego hasta América, probablemente en botes por el Atlántico o el Pacífico. Hoy en día crece alrededor de todos los trópicos, pero es más importante en la India y el Este de África. No se conoce si su origen es de la selva, pero a ocurre como un cultivo naturalizado. Se cultiva hace 3 mil años (Valencia, 1996).

Reino	: <i>Plantae</i>
División	: <i>Magnoliophyta</i>
Clase	: <i>Magnoliopsida</i>
Orden	: <i>Fabales</i>
Familia	: <i>Fabácea</i>
Género	: <i>Cajanus</i>
Especie	: <i>cajan</i>

1.1.2.2 Descripción botánica

El gandul o frijol de palo es un arbusto perenne que crece entre 1 a 3 m de altura y madura en cinco meses o más, según el cultivar y su reacción a la duración del día. Las hojas son agudamente lanceoladas y pilosas. Las flores, amarillas, cafés y púrpuras, se agrupan en panojas terminales. Sus vainas son cortas (5-6 cm) y contienen de dos a seis semillas cuyo color varía entre el blanco y el negro. El color de las vainas es amarillo o rojizo en la madurez fisiológica. Fue traído a la isla Española por Cristóbal Colón. Se encuentra dentro de las primeras ocho leguminosas más cultivadas en el mundo y en cuanto al contenido proteico del grano seco ocupa el tercer lugar con 25% de proteína, sólo detrás de la soya y de las lentejas que poseen 38 y 28%, respectivamente (Díaz, 2004). Se discute sobre si su origen es África o la India.

1.1.2.3 Valor nutritivo

Los granos contienen en promedio de 18% a 25% de proteínas (y hasta 32%) y tienen un buen equilibrio en aminoácidos (con la excepción de la metionina y de la cisteína, cuyo contenido es sin embargo más elevado en las variedades de gandul muy proteínicas). El gandul contiene también numerosos oligoelementos y es una buena fuente de vitaminas solubles como la tiamina, la riboflavina, la

niacina y la colina. Cuando se consume verde, el gandul tiene 5 veces más vitaminas C y A que la arveja (*Pisumsativum*) (Díaz, 2004).

1.1.2.4 Composición química

Tabla 3. Composición química de frijol gandul seco

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FRIJOL DE PALO / GANDUL SECO		
100 g de porción comestible		
Energía	kcal.	343
Proteína	G	21.7
grasa total	G	1.49
Carbohidratos	G	62.78
fibra dietaria total	G	15
Ceniza	G	3.45
Calcio	mg	130
Fosforo	mg	367
Hierro	mg	5.23
tiamina	mg	0.64
Riboflavina	mg	0.19
Niacina	mg	2.96
Vit. A (retinol)	mcg	1
Ac. grasos mono insaturados	G	0.01
Ácidos grasos poli insaturados	G	0.81
Acidos grasos saturado	G	0.33
Potasio	mg	1392
Sodio	mg	17
Zinc	mg	2.76
Magnesio	mg	183
Vit. B6	mg	0.28

Fuente: Díaz (2004)

1.1.2.5 Harina de gandul

El grano crudo de gandul contiene sustancias antimetabólicas (antitripsina), que inhiben los procesos proteolíticos normales durante la digestión del alimento, motivo por el cual, se introduce en agua hirviendo por 20 min., destruyendo estas antienzimas, además de inhibir la acción tóxica de la hemaglutinina e incrementar la disponibilidad de los aminoácidos cistina y metionina.

Después de este proceso se expone al sol para su secado, y posteriormente se realiza la molienda, para la obtención de la harina (Díaz, 2004).

1.1.3 Arroz (*Oryza sativa*)

El arroz es un grano antiguo. Se trata de un alimento básico de las dietas aproximadamente de la raza humana. Los países asiáticos dependen en tal medida del arroz que a través de la historia el fracaso de sus cosechas ha sido causa de hambre y muerte en muchos de sus habitantes.

Aunque la producción global de trigo es mayor que la de arroz, aproximadamente una cuarta parte de la cosecha de aquel se dedica a propósitos no alimenticios, en comparación con sólo el 7% de la cosecha de arroz utilizada con esos fines (Chandler, 1984).

El aparente consumo promedio de arroz de los principales países asiáticos es superior a los 100kg por persona. (Chandler, 1984).

1.1.3.1 Ubicación Taxonómica

Reino : ***Plantae***

División : ***Magnoliophyta***

Clase : ***Liliopsida***

Orden : ***Poales***

Familia : ***Poaceae***

Género : ***Oryza***

Especie : ***sativa***

1.1.3.2 Descripción

El arroz es un cultivo que se ha adaptado en nuestro medio en la costa norte y sur en las zonas tropicales de nuestro Amazonía.

Planta gramínea cuyo fruto es un grano oval, harinoso y blanco después de descascarillado.

Tabla 4. Contenido de minerales y vitaminas del arroz

ELEMENTO	ARROZ MORENO %	ARROZ BLANCO %	POLVILLO	PULIMENTO %
Calcio	0.08	0.01	0.06	0.04
Fósforo	0.29	0.10	1.82	1.42
Potasio	0.34	0.08	1.74	1.17
Magnesio	0.12	0.03	0.95	0.65
Hierro	0.002	0.001	0.02	
Cobre	0.0004	0.0002	0.001	
VITAMINAS	mg/100g	mg/100g		
Tiamina	3.0-5.0	0.6-1.0		
Riboflavina	0.8-1.8	0.28		
A. Nicotínico	55	15-20		
A. Panteotéico	17	6.4		
Pirixoxina	10.3	5.5		
Colina	-	880		

Fuente: Valencia (1996).

1.1.3.3 Variedades de arroz en el Perú

En la Costa Norte: Viflor, Inti, Sican, Costa Norte, Taymi, Oro, Santa Ana, San Antonio y NIR-I. En la Costa Sur son Viflor, BG-90, San Antonio y NIR I.

En la Ceja de Selva son Amazonas Huarangopampa, Utcubamba, Moro, Saavedra, San Antonio y Santa Elena (MINAG, 2010).

1.1.3.4 Harina De Arroz

La harina de arroz tiene importantes propiedades tales como, ausencia de fracciones proteicas que afectan a los enfermos celíacos, bajos niveles de sodio y alta proporción de almidón fácilmente digerible y junto a los almidones de maíz son consumidos en gran cantidad por la población que padece esta enfermedad celíaca.

La harina de arroz puede usarse como sustituto parcial de la harina de trigo para hacer pan, aunque debido a su bajo contenido de gluten no puede constituir más del 30% de la mezcla de harina. La harina de arroz también se usa en productos amasados que se destinan a personas alérgicas a la harina de trigo y a otros cereales. No obstante, la cantidad de harina de arroz que se produce es poca (Chandler, 1984).

1.1.4 Lúcumá (*Pouteria lúcumá*)

Es un cultivo que mayormente se produce en los valles interandinos, libres de heladas, de Perú y Ecuador.

El árbol de donde se extrae el fruto alcanza de 15 a 20 m de altura.

Por su naturaleza de fruto, se adapta climas subtropicales con

temperaturas bajas, pero mayores que 20° C, tolera suelos y períodos secos.

Se le emplea en estado seco como saborizante de alimento y no es dañino. También se emplea como pulpa de fruta fresca y en la preparación de helados, jugos, tortas y dulces.

1.1.4.1 Descripción botánica y taxonómica

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Ericales

Familia : Sapotaceae

Género : Pouteria

Especie : lucuma

El árbol de donde se extrae el fruto alcanza de 15 a 20 m. de altura, con diámetro de copa de 6 a 10 m. La copa presenta abundantes ramas, cuyos brotes tiernos tienen pubescencia color marrón claro a marrón oscuro. Hojas alternas, lanceadas, elípticas con bordes

ondulados en algunos cultivares, hasta 25 cm. de largo y 10 cm. de ancho, ápice obtuso o subagudo.

Hojas jóvenes color verde claro o rosado y muy pubescentes; hoja adulta verde oscuro brillante y glabra. Flores hermafroditas, pequeñas, verdes o marrón claro poco vistosas, nacen en la axila de la hoja en grupos pequeños.

El fruto es una baya esférica, cónica o comprimida basalmente, con exocarpio o cáscara delgada de color verde o amarillo bronceado, generalmente en la parte apical, rodeada de una coloración bruno plateada. El mesocarpio es de sabor y aroma muy agradable, color amarillo intenso, textura harinosa, de consistencia suave en el cultivar “lúcuma seda” y dura en el cultivar “lúcuma palo”. El endocarpio hollejo que envuelve a la semilla es delgado y amarillo claro.

El tamaño del fruto varía de 2 a 10 cm. de diámetro, siendo los tamaños mayores en las plantas de cultivares mejorados.

1.1.4.2 Composición química y Valor nutricional

El siguiente cuadro muestra la participación porcentual de las diferentes partes del fruto en variedades sembradas en la costa peruana.

Tabla 5. Composición porcentual del fruto de lúcuma

Componente	%
Pulpa	69 a 82
Cáscara	7 a 15
Hollejo	2 a 3
Semilla	8 a 14

Fuente: Malca (2000)

Tabla 6. Composición química de la lúcuma en 100 g. de fruta

COMPOSICIÓN	VALOR
Energía (Kcal)	99
Agua (g)	72.3
Proteínas (g)	1.5
Grasa (g)	0.5
Carbohidratos (g)	25
Fibra (g)	1.3
Ceniza (g)	0.7
Calcio (mg)	16
Fósforo (mg)	26
Hierro (mg)	0.4
Retinol (ug)	355
Tiamina (mg)	0.01
Riboflavina (mg)	0.14
Niacina (mg)	19.6
Ac. Ascòrbico (mg)	2.2

Fuente: Malca (2000)

1.2 Mezclas Alimenticias

LA ONU(1995) Establece algunos requerimientos nutricionales para la elaboración de mezclas alimenticias instantáneas para una población de mayor riesgo, tales como el contenido de proteína mínimo 12%, humedad del producto 5%, índice de peróxidos 1 Meq/Kg, grado de gelatinización 94%, cómputo químico 85% y menciona la procedencia de la materia prima de la misma región.

Para elevar la calidad de una proteína se requieren determinadas proporciones de cada aminoácido esencial, lo que ocurre con los alimentos de origen animal. La mayoría de las proteínas de origen vegetal carecen de algunos aminoácidos esenciales, pero esto se mejora efectuando mezclas de cereales y leguminosas FAO/OMS (1992).

El Instituto Nacional de Nutrición (1993) Menciona que las semillas de leguminosas son ricas en lisina, pero deficientes en aminoácidos azufrados; los cereales en cambio presentan adecuadas cantidades de aminoácidos azufrados siendo deficientes en lisina. Para lograr el mejor balance posible en el contenido de aminoácidos esenciales, las harinas de leguminosas pueden complementarse favorablemente con las harinas de los cereales.

Según FAO/OMS (1992) Las proteínas de los alimentos proporcionan al organismo los aminoácidos esenciales, indispensables para la

síntesis tisular y para la formación de hormonas, enzimas, jugos digestivos, anticuerpos y otros constituyentes orgánicos. También suministran energía (4 Kcal/g) pero dado su costo e importancia para el crecimiento, mantención y reparación de los tejidos es conveniente usar proteínas con fines energéticos.

Según la FAO (1990), las mezclas alimenticias pueden clasificarse en:

1.2.1 Mezclas Básicas

Contienen como ingredientes:

- Cereal + leguminosa
- Tubérculo + leguminosa

1.2.2 Mezclas Múltiples

Contienen como ingredientes:

- Como ingrediente principal un alimento básico, de preferencia cereal o un tubérculo.
- Un alimento constructor que aporta proteínas: leguminosa, leche.

- Un alimento energético: grasas, aceites o azúcar.
- Un alimento regulador que aporta vitaminas y minerales: frutas y verduras.

Ejemplos: Quinoa + Tarwi + Piña + Azúcar

Arroz + Lenteja + Zanahoria + Aceite

Kiwicha + Soya + Lúcumá + Azúcar

Quinoa + Leche + Manzana + Azúcar

1.2.3 Formulación de mezclas proteicas

Esquivel et al (1999) reportan que se puede aumentar el valor nutritivo de los alimentos vegetales, combinando cereales (maíz, trigo, arroz, centeno, etc.) con leguminosas (frijol, soja, haba, garbanzo y lenteja, entre otros) de manera que los aminoácidos indispensables se complementen para aumentar el valor biológico de las proteínas de la mezcla. Así mismo Ballesteros et al (1984), mencionan, debido a las diferencias de aporte de aminoácidos esenciales entre los cereales y las leguminosas, su complementación trae consigo un aumento en la calidad de la proteína resultante.

Tabla 7. Combinación de alimentos para formular mezclas alimenticias

Proporción	Alimento
2 – 3	Cereal
1	Leguminosa
2 – 3	Tubérculo
1	Leguminosa
1 – 2	Cereal
1	Tubérculo
1	Leguminosa
2	Cereal
½	Producto animal
2	Tubérculo
½	Producto animal
1	Cereal
1	Tubérculo
½	Producto animal

Fuente: FAO (1990)

La formulación de mezclas a partir de estos alimentos debe realizarse de modo que su costo sea mínimo, bajo dos tipos de restricciones: Uno desde el punto de vista nutricional (un patrón de aminoácidos

esenciales) y otro de factibilidad tecnológica (características de la mezcla de acuerdo al tipo de producto a elaborar).

Gómez et al (1994) mencionan que se debe combinar las harinas de cereales con las de leguminosas, para lograr el mejor balance posible en el contenido de aminoácidos esenciales del producto final así como el nivel de proteína deseado.

Para formular mezclas de alta calidad y cantidad proteica, los mismos autores reportan que existen tres métodos que permiten combinar las proteínas de diferentes alimentos.

- Mezclar sus componentes según su contenido de aminoácidos esenciales en base a un patrón de referencia.
- Adicionar a una proteína otra proteína en la cantidad necesaria para llenar las deficiencias de aminoácidos de la primera.
- Buscar a través de pruebas biológicas el punto de complementación óptima entre los aminoácidos de proteína de varias fuentes.

Según FAO (1990), los granos andinos se prestan ventajosamente para realizar mezclas con leguminosas o cereales. Se recomienda una proporción de 1 parte de leguminosa y 2 partes de granos,

cereales o tubérculos. En la Tabla 7 se muestra la combinación de alimentos para la formulación de mezclas alimenticias.

1.2.4 Complementación nutricional entre las harinas de leguminosas y cereales.

Esquivel et al (1999) reportan que, la mayoría de los productos de origen vegetal proporcionan proteínas de calidad media e inferior, pero es posible obtener una ración suficiente y adecuada de proteínas mediante el método de complementación, que consiste en combinar dos alimentos para formar un producto de mayor valor proteico, ya que las cualidades de ambas proteínas se compensan en la combinación de sus deficiencias. Un ejemplo de éste método es la combinación de cereales que son deficientes en lisina con leguminosas deficientes en metionina y según Gómez et al (1994) al combinarse dan un patrón de aminoácidos, igual o parecidos al de la proteína de origen animal.

Según Natividad (2006), mezclando las harinas pre-cocidas de maíz con la de haba en la proporción de 40 % y 60 % se obtiene una mezcla alimenticia con 13.22 % de proteína y 350.48 Kcal/100g. Así mismo el autor indica que esta proporción presenta el mayor valor de computo de aminoácidos, en función de la digestibilidad (72%), respecto a los demás tratamientos, el cual es indicador de un mejor

balance de aminoácidos en la mezcla y por lo tanto de una mejor respuesta biológica.

1.2.5 Normas técnicas de la mezcla proteica

Las normas técnicas que deben cumplir los productos alimenticios son especificadas por INDECOPI (1976) y como la mezcla formulada a base de quinua, arroz y frijol gandul, transformadas previamente en harinas pre-cocidas y luego mezcladas, debe cumplir con las NTP 205.045 sobre harinas sucedáneas procedentes de cereales, la NTN 205.044 sobre harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de grano alimenticias y NTN 205.043 sobre harinas sucedáneas procedentes de tubérculos y raíces, tal como se menciona a continuación.

Los requisitos de las harinas sucedáneas procedentes de cereales y leguminosas de grano alimenticias deberán tener valores que no excedan de los siguientes límites:

Tabla 8. Límites de las Harinas de Cereales, Raíces y Leguminosas

Descripción	(1) Gramíneas	(2) Leguminosas	(3) Raíces
Humedad (%)	15	15	15
Cenizas (%)	2	5	2.5
Acidez (%)	0,15	0,15	0,15

Fuente:

(1) INDECOPI NTP 205.045 1976 (Rev. 2011).

(2) ITINTEC NTN 205.044 (1976).

(3) ITINTEC NTN 205.043 (1976).

Las harinas sucedáneas procedentes de cereales, leguminosas y raíces alimenticias se sujetarán además a los requisitos señalados en la Norma Técnica Peruana 205.040 (Revisada el 2011) harinas sucedáneas de la harina de trigo-generalidades.

1.3 Formulación de alimentos

En la formulación de alimentos se deben tener en cuenta varios aspectos (Cuadro 1) no obstante la calidad proteica, la densidad de micro nutrientes y su biodisponibilidad son tal vez los más relevantes.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados surge claramente que, de las diferentes fuentes de proteínas y calorías disponibles las leguminosas y las proteínas y los almidones cuyas características y propiedades son muy dependientes de los tratamientos físicos y/o químicos que sufren durante el procesamiento. En lo referente a la complementación de cereales, se parte de la base de que, la “calidad” de una proteína depende de la naturaleza y cantidades de AA que contiene; y que una proteína “equilibrada” o de “alta calidad” contiene los AA esenciales en proporciones correspondientes a las necesidades humanas. En consecuencia es posible compensar las deficiencias en AA, de una proteína de “baja calidad” mediante un alimento que contenga varias proteínas o proporciones complementarias de AA, mejorando así el equilibrio en AA esenciales.

Cuadro 1 Aspectos a tener en cuenta en la formulación de los alimentos

Aspectos Nutricionales	Aspectos Sensoriales	Aspectos Tecnológicos	Aspectos Económicos
Densidad calórica	Características que definen la aceptabilidad	Viabilidad del proceso de producción	Uso de materias primas locales
Valor biológico de las proteínas	Tolerancia al consumo prolongado	Uso de tecnología apropiada	Pre cocción- Practicidad
Relación proteínas/calorías			Relación costo/Eficacia
Aporte vitamínico y mineral			Volumen de mercado

Fuente: (Cuggino, 2008)

Se cree erróneamente que las leguminosas y los cereales juntos pueden hacernos ganar kilos de más. Bajo esta idea muchos evitamos mezclar ambos alimentos. Sin embargo, lo que hacemos es privarnos

de mezclar dos alimentos que unidos logran proteínas de alto valor nutritivo.

Las leguminosas y los cereales tienen aminoácidos deficientes. Si uno las consume por separado no se beneficia de estos compuestos, pero si se mezclan ambos se potencian y se logran proteínas de excelente calidad. Las leguminosas deben de mezclarse con cereales – como el arroz- , con una mezcla así estamos asegurándonos todas las proteínas y nutrientes necesarios (Espinola, 2011).

1.4 Extrusión

1.4.1 Generalidades

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 (González *et. al.*, 2002).

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.

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 del 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.

La masa de partículas (harina 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 alta temperatura, transforman a los elementos estructurales del material, es decir a los gránulos de almidón y a las estructuras proteicas.

En la elaboración de productos expandidos tipo “snack” por ejemplo el almidón no solo pierde la estructura cristalina sino también la mayor parte de la estructura granular desaparece y los componentes del

gránulo (moléculas de amilosa y amilopectina), son dispersados en la matriz; en la elaboración de proteína vegetal texturizada (PVT) las partículas proteicas (o cuerpos proteínicos) son dispersadas y las reacciones proteicas desnaturalizadas, alineándose en las corrientes de flujo, de esta manera se facilita la formación de nuevos enlaces entre cadenas (“cross links”), los cuales otorgan al producto la resistencia a la disgregación por hidratación durante la preparación del alimento del que forma parte la (PVT).

En la cocción por extrusión de materiales amiláceos, el término “grado de cocción” (GC) implica, no solo la pérdida de la estructura cristalina (mayor digestibilidad) sino también el grado de destrucción de la estructura granular del almidón. (Harper, 1981).

1.4.2 Clases de Extrusión

Se mencionan dos clases extrusión:

1.4.2.1 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 tomillo, 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.

La masa se enfría, generalmente mediante un molde refrigerado, antes de que se extruya en la atmósfera de modo que el agua contenida no se transforme rápidamente en vapor. Como resultado, la masa extraída se comprime y está generalmente libre de burbujas en vez de que se expanda como espuma. Como la extrusión ocurre a baja presión entonces la temperatura es también baja, esto da como resultado bocaditos de poca expansión, paredes burdas y textura dura (Cisneros, 2000).

1.4.2.2 Extrusión a Alta Presión

Este procedimiento requiere elevar la temperatura de la masa sobre los 100°C. La energía es proporcionada a través de la chaqueta 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 aumentará 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 extraído

tiene mayor expansión, poros más pequeños y textura blanda. (Cisneros, 2000).

Los bocaditos eximidos normalmente alcanzan un contenido de humedad del orden del 8%. Para obtener la crocantes requerida, es necesario secarlos hasta que la humedad llegue alrededor del 4% ya sea en un horno de aire caliente o de algún otro tipo equivalente. El nivel exacto al cual el producto debe ser secado depende de su composición y de su área superficial. Para la mayoría de "snacks" compuestos principalmente de almidón, un 4% de humedad es un valor razonable. En algunos casos, menores contenidos de humedad implican un deterioro en la textura del alimento que se vuelve extremadamente frágil (Cisneros, 2000).

1.4.3 Tipo de Extrusores

Históricamente se registran los primeros extrusores para alimentos alrededor de 1870 (extrusor a pistón para salchichas y carnes procesadas), pero los extrusores a tornillos comienzan a ser utilizados por la industria alimentaria para elaborar fideos y dar formas a masas de cereales precocidas, entre 1935-1940 (extrusores formadores), luego los extrusores-cocedores aparecen entre 1940-1950 para elaborar "snaks" y harinas precocidas. (González *et. al.*, 2002).

Existe una amplia variedad de extrusores los cuales se caracterizan no sólo por la complejidad de los diseños, sino también por el grado de sofisticación en los sistemas de control de la operación. Como

extremos pueden destacarse, por un lado, los de doble tornillo y por otro los monotornillos particularmente llamados de bajo costo tal como el diseño “Brady” (Harper, 1981).

1.4.3.1 Extrusores Monotornillo

Estos funcionan como una “bomba de fricción”, es decir el material es transportado por el efecto de “arrastre”. El material alojado dentro del canal del tornillo es “empujado” hacia la salida por el frente de los filetes. Ese transporte se produce solamente si la fricción del material/harina o sémola sobre la superficie interna del cañón o cilindro, es suficientemente mayor que la fricción del material sobre la superficie del tornillo; es decir que el material debe “agarrarse” a la superficie del cilindro para que la superficie del tornillo “resbale” sobre el material y así producir el transporte. Si por alguna razón el material se adhiere a la superficie del tornillo lo suficiente como para hacer “resbalar” el material sobre la superficie del cilindro el transporte se detiene y el material alojado en el canal del tornillo gira solidariamente con él.

Para asegurar que este mecanismo se verifique la superficie del cilindro de los extrusores cocedores llevan estrías (longitudinales o también helicoidales), mientras que la superficie del tornillo esta pulida. Los extrusores monotornillo ofrecen ventajas tales como menores costos operativos, de inversión y de mantenimiento.

Se pueden encontrar tres secciones: alimentación, compresión y sección de bombeo o “metering”. (Gonzales *et. al.*, 1998).

1.4.3.1.1 Sección de alimentación (feedzone)

Esta caracterizado por álabes hondos, los cuales fácilmente aceptan los ingredientes crudos y los transportan hacia adelante. Durante el transporte, los materiales son transformados en una masa continua, el aire es expelido y los espacios vacíos son eliminados, haciendo que los álabes se llenen completamente.

1.4.3.1.2 Sección de compresión (kneadingzone)

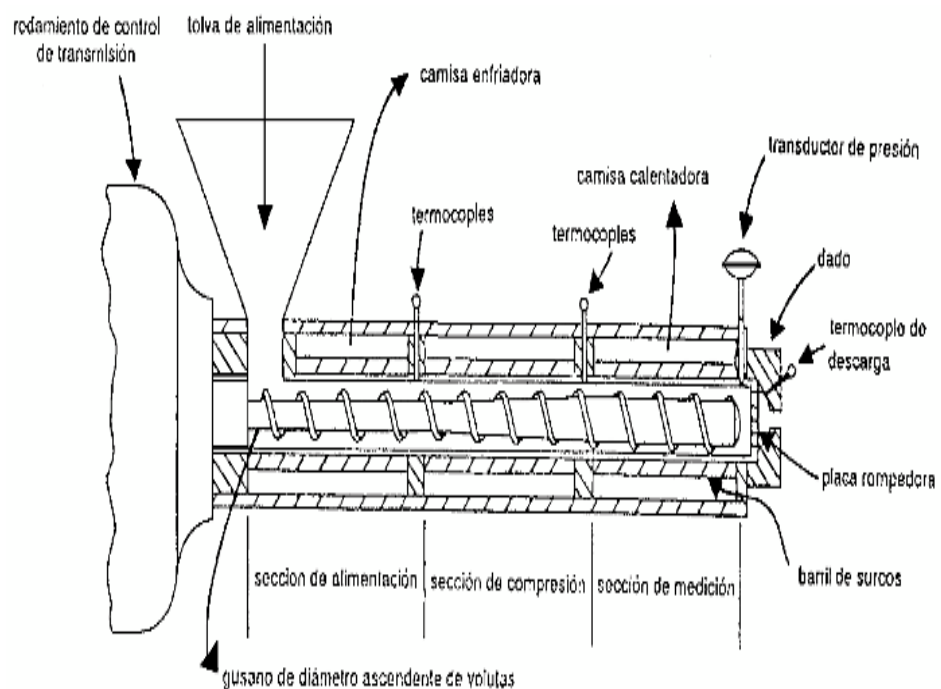
En la cual los ingredientes húmedos son convertidos en una masa termoplástica por la gelatinización del almidón y la hidratación de la proteína. La zona de compresión es usualmente caracterizada por una disminución en la altura de los álabes. Esto incrementa la relación de esfuerzo cortante y la energía cortante suministrada al alimento, lo cual resulta en un aumento en la temperatura.

1.4.3.1.3 Sección de bombeo o “metering”

Sección donde el flujo, la presión, compresión y velocidad de corte son altos. Esta zona se caracteriza por tener una altura menor de

los álabes que en la zona de compresión .La masa termoplástica se transforma en una masa plástica .Como resultado de la conversión de la energía mecánica en energía térmica, la acción del corte en esta zona homogeniza y adiciona más calor a la mezcla .Esta zona es la más importante del extrusor. Su función es recibir el material, comprimirlo, homogeneizarlo y hacerlo pasar a través del dado o boquilla a presión constante. Al final se encuentra la boquilla o dado que tiene como función principal dar la forma y el tamaño deseados al producto extruido.

Figura N°1: Esquema que muestra las distintas zonas de un extrusor modelo.



Fuente:(González *et. al.*, 1998)

En caso de desear más expansión (con similar grado de cocción o de transformación) la zona de la boquilla debe ser refrigerada para reducir la temperatura y consecuentemente el “flashing”.

El material que es transportado dentro del extrusor puede recibir energía térmica por medio de 3 mecanismos (González *et. al.*, 1998):

1. Transferencia de calor a través de las paredes del cilindro con un fluido calefactor.
2. Aplicación de vapor directamente al interior del cilindro.
3. Disipación de energía mecánica por fricción interna del material.

Los cambios más importantes que ocurren dentro de extrusor, se producen a través del mecanismo de flujo viscoso, que es desarrollado en los tramos finales del tornillo y que permite la suficiente destrucción de la estructura granular del almidón aumentando la solubilidad en agua de la fracción amilácea y provocando cambios en las propiedades reológicas que aseguran la expansión a la salida.

En algunos diseños los tres mecanismos pueden operar simultáneamente, cuando no se desean transformaciones profundas, es decir grados de cocción moderados, (moderada destrucción de la estructura granular) el tercer mecanismo debe mantenerse en bajos niveles (*lowshearcooking*) mientras que cuando se desean

transformaciones profundas, es decir, altos grados de cocción, el tercer mecanismo es el que controla el proceso (highshearcooking). (González *et. al.*, 1998).

El control del proceso es complicado debido a la compleja relación entre la transferencia de energía térmica y la cantidad de movimiento, acopladas con las complejas transformaciones físico-químicas que gobiernan las propiedades del producto.

Para el caso de extrusores monotornillo, las variables más importantes para determinar el grado de cocción del material son:

- Humedad del alimento
- Temperatura del cañón
- El diámetro de la boquilla
- La relación de compresión del tornillo

1.4.3.2 Extrusores doble tornillo

El mecanismo de transporte de estos extrusores es muy diferente. Estos son verdaderas “bombas positivas”. Los filetes de ambos tornillos “solapan” o penetran cada uno dentro del canal del otro. De esta manera el “paso” de cada tornillo es interrumpido por el filete del otro formándose en cada tornillo una sucesión de “cámaras” con forma de “C” con los extremos desplazados, el caudal resultante es el producto del volumen total de cámaras “C” por la velocidad de

rotación. Los extrusores de doble tornillo ofrecen ventajas, tales como un mejor control de la operación y una mayor diversidad de productos (González *et. al.*,2002).

1.4.4 Principales variables en el proceso de 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 menor tiempo de residencia y por lo tanto un menor grado de cocción pero simultáneamente es mayor el 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 etc.) 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, para el caso de extrusores autógenos la misma debe considerarse una respuesta (González *et. al.*,2002).

Las características de la masa que fluye dentro del extrusor y sus propiedades finales dependen de su composición: humedad, materia grasa, fibra, almidón, proteína, sales, emulsionantes y del diseño particular que provoca mayor o menor interacción partícula-partícula definidas las condiciones de extrusión (relación de compresión del tornillo, velocidad de rotación, diámetro de la boquilla, nivel de temperatura a controlar (tanto en la zona del cilindro como de la boquilla), material a extruir (tamaño de partículas, humedad, etc.), la operación es comenzada alimentando material con una humedad suficiente para evitar una excesiva presión inicial, luego se introduce el material en estudio manteniendo siempre llena a la zona de alimentación del tornillo. La toma de muestras se realiza una vez que se alcanza el estado estacionario, es decir cuando el caudal de salida (Q_s), la presión y el torque (medido sobre el eje del motor), se mantienen constantes. Este caudal de salida, se refiere a la humedad de alimentación (Q_a), habiendo sido previamente determinado el caudal másico de sólido seco (Q_{ss}) (González *et. al.*, 2002).

CuadroNº2. Variables más importantes 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
	Distribución de tiempo de residencia
	Propiedades del producto

Fuente: (González *et. al.*, 2002).

1.4.5 Efecto de la extrusión sobre los componentes y características organolépticas de los alimentos

Durante la extrusión, el material o ingredientes son introducidos al cilindro del extrusor, el cual se encuentra a la temperatura requerida para el proceso. La masa es transportada y comprimida por la rotación del tornillo, y bombeada a través de la boquilla a altas temperaturas y presiones. La combinación de esfuerzos de corte temperatura y presión provoca cambios moleculares en carbohidratos, proteínas y lípidos (Wen *et. al.*, 1990; Chen *et. al.*, 1991; Unlu&Faller, 1998).

Los materiales que se someten al proceso de extrusión sufren transformaciones sucesivas durante el proceso (Figura 2). Es importante destacar que la transformación del flujo sólido en flujo viscoso es necesaria para que se produzcan los cambios estructurales y consecuentemente la cocción del almidón. De lo contrario la operación se reduce al transporte del material y al pasaje a través de la boquilla, es decir, el extrusor actúa como una pelleteadora a tornillo.

FiguraNº2 Transformaciones sucesivas durante la extrusión



1.4.5.1 Efecto sobre los almidones

Los materiales ricos en almidón más usados para obtener productos extrudidos son el maíz, trigo, arroz, avena 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.

En este proceso, el almidón contribuye a la formación de gel y viscosidad en la cocción de la pasta, los humanos y otras especies monogástricas no pueden digerir fácilmente el almidón sin gelatinizar. La gelatinización puede llevarse a cabo en niveles de humedad de 12-22%, lo cual no puede lograrse con otros procesos empleados en la industria de los alimentos (Huber, 2001).

1.4.5.2 Efecto sobre las proteínas

La digestibilidad de las proteínas es mayor en los productos extrudidos comparados con los productos sin extrudir. Esto pudiera deberse a la desnaturalización de las proteínas y la inactivación de los factores antinutricionales 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

antinutricionales, especialmente inhibidores de tripsina, taninos y fitatos, los cuales pueden ser la causa de la inhibición de la digestibilidad de las proteínas. Las altas temperaturas de extrusión, tiempos de residencia cortos y una baja humedad son las variables claves para la destrucción de inhibidores de tripsina. La extrusión ha demostrado ser muy efectiva en la reducción o eliminación de la actividad de la lecitina en harinas de leguminosas. La cocción por extrusión es más efectiva en la reducción o inactivación de la actividad de la lecitina comparado con otros tratamientos de calor-humedad (Huber, 2001; Chenet *et al.*, 1991).

De acuerdo con las condiciones de la extrusión, las pérdidas en lisina, cistina y metionina en los derivados del arroz, del 50 – 90% (Fellows, 1994).

1.4.5.3 Efecto sobre las grasa

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 corte y se requieren mayores temperaturas para mantener la integridad del producto deseado.

Los aceites que contienen los cereales, así como los aceites de leguminosas, al ser el 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 (Andersson *et. al.*, 1981).

La materia prima ha sido texturizada conteniendo un nivel de grasa del 0.5 ó 5%. Este rango tan alto de grasa (5.5%) permite la extracción mecánica de la pasta de soya para ser texturizada en extensores y análogos de carne.

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

1.4.5.4 Efecto 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 pérdidas vitamínicas y en aminoácidos esenciales sean relativamente pequeñas. Así, por ejemplo, en un proceso de extrusión de cereales a 154 °C el 95% de la tiamina se retiene y únicamente se producen pérdidas de poca importancia en

la riboflavina, piridoxina, niacina y ácido fólico. Dependiendo del tiempo al que el alimento se mantiene a una temperatura elevada, las pérdidas en ácido ascórbico y vitamina C pueden ser de hasta el 50%.

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 en general, son razonablemente estables durante la extrusión. El nivel de humedad del producto durante la extrusión tiene el mayor efecto sobre la retención de vitaminas. Como norma general, alto nivel de humedad en el proceso da más vitaminas retenidas.

Las vitaminas hidrosolubles, como la vitamina C y las del grupo B, pueden perder estabilidad durante la extrusión. La extrusión húmeda produce una pérdida de vitamina C y tiamina (Fellows, 1994).

1.4.5.5 Efecto 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 o lacas. La decoloración del producto debido a la expansión, a un tratamiento térmico excesivo o a reacciones que se producen con las proteínas, azúcares reductores o los iones metálicos; constituyen a veces un problema para la extrusión de algunos alimentos.

En la extrusión en frío, entre los ingredientes añadidos a la materia prima se incluyen saborizantes. En la extrusión en caliente este sería un procedimiento inadecuado, ya que se volatilizarían a la salida de la boquilla del extrusor. Los aromatizantes encapsulados sí se pueden utilizar de esta forma, pero resultan caros. Por ello, en los procesos de extrusión en caliente, estas sustancias se distribuyen sobre la superficie del producto extruido en forma de emulsiones o mezclas viscosas. Sin embargo, esta operación hace más viscosos a algunos productos que requieren, por ello un secado posterior. Una de las características principales de los procesos de extrusión es su capacidad para conferir al producto una determinada textura (Del Valle *et. al.*, 1981).

1.4.6 Ventajas del proceso de extrusión

De igual forma el referente autor manifiesta que la cocción por extrusión ha ganado popularidad debido a distintas razones entre las cuales se puede mencionar:

- Versatilidad: Se pueden elaborar una amplia gama de productos, mediante la combinación de distintos ingredientes y condiciones operativas, que oficialmente puedan generarse por otros procesos.
- Realiza simultáneamente operaciones de mezclado, cocción, texturización y secado parcial, requiere de poca mano de obra y espacio para su instalación.
- Eficiente utilización de energía, ya que el sistema opera a una humedad relativamente baja, al mismo tiempo que el producto se cocina. La baja humedad reduce la cantidad de calor requerido para cocinar y para deshidratar el producto después de la cocción. El consumo de energía es del orden de 0.02 a 0.1 KW/h.Kg, de producto.
- Desarrollo de múltiples características texturales.
- Alta calidad nutricional del producto, ya que es un proceso de alta temperatura y corto tiempo (HTST), que evita daños innecesarios en componentes sensibles como aminoácidos (AA) y permite la inactivación de ciertos factores antinutricionales y así aumenta la digestibilidad de proteínas.

- Ambientalmente favorable: el proceso se lleva a cabo a baja humedad, no generan efluentes que deban ser tratados (Riaz, 2000).

II. METODOLOGÍA

Para desarrollar la presente investigación sobre Elaboración de una mezcla alimenticia extruida a base de harina de quinua (***Chinopodium quinoaWilld***), arroz (***Oriza sativa***) y frijol gandul (***Canajus cajan***) saborizado con 12 de% harina de lúcuma (***Pouteria lúcuma***), se tomaron como base los materiales, equipos, y procedimiento descritos a continuación; así mismo se estableció el porcentaje a utilizar, tanto de harina de quinua, harina de arroz y harina de frijol gandul, hasta obtener una formulación aceptada por el consumidor, lo cual se determinará en base a Pruebas Hedónicas de escala de 9 puntos.

Las harinas de donde se extrajeron las muestras de estudio corresponde a harinas de cereales, frutas y leguminosas adquiridas en el mercado mayorista de Moshoqueque – Chiclayo – Lambayeque.

2.1 Área de ejecución

Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo – Laboratorios de FísicoQuímica y Laboratorio de Alimentos de la FIQIA.

2.2 Tipo de investigación

Investigación experimental.

2.3 Universo y muestra

2.3.1 Universo

Constituido por 50 Kg. de cada producto: quinua, arroz, frijol gandul y lúcuma

2.3.2 Muestra

La misma que está constituida por 20 kg, de mezcla de las harinas quinua, arroz, frijol gandul y lúcuma.

2.4 Variable de estudio

2.4.1 Variable dependiente

2.4.1.1 Valor nutricional

- Porcentaje de proteína total ($N \times 6,25$)
- Energía total, kcal/100g

2.4.1.2 Características sensoriales

- Apariencia
- Olor
- Sabor
- Textura

2.4.2 Variables independientes

- Porcentaje de harina de quinua (40%, 50%,60%)
- Porcentaje de harina de arroz (35%, 30%,25%)
- Porcentaje de harina de frijol gandul (25%, 20%,15%)

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1 Equipos y materiales de laboratorio

2.5.1.1 Equipos

- Balanza semianalítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g. EE.UU.
- Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 g. EE.UU.
- Baño María Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C.
- Congeladora Faeda.
- Estufa marca Memmertelectric tipo IR-202.
- Extractor tipo Soxhlet.
- Potenciómetro rango 0 a 14 digital Marca HANNA.
- Refrigerador OLG.
- Refractómetro de mano, graduado de 0 a 100% de sacarosa.
- Estufa
- Equipo de titulación

- Equipo Extrusor:

Tipo: Extrusor de tornillo simple de acero inoxidable.

Tipo de tornillo: Con filete continuo de paso variable y profundidad constante.

Motor de transmisión: Trifásico de 24 HP y 1165 rpm.

Sistema de transmisión: Poleas

Sistema de calentamiento: Collar externo de resistencia eléctrica.

Diámetro interno barril: 72 mm.

Diámetro de tornillo: 70 mm.

Longitud total del tornillo: 1000 mm.

Espacio radial libre del tornillo (radial screw clearance): 1 mm

Ancho de canal de tornillo (cannel weidth):

✓ Zona de alimentación: 20 mm.

✓ Zona de transición: 8 mm.

✓ Zona cocción final: 8 mm.

Ancho de cresta del tornillo: 4.5 mm (flightwidth).

Diámetro de orificio de dado: 3.5mm.

2.5.1.2 Materiales:

- Agitador de vidrio.
- Buretas de 25 y 50 ml
- Crisoles

- Cronómetro.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Embudos de vidrio y porcelana
- Fiolas de 50, 100, 250 y 500 ml
- Juego de tamices N° 20. 40 y 60
- Equipo de titulación

2.5.2 Reactivos y soluciones

- Ácido acético Q.P.
- Agua destilada
- Azul de Metileno en polvo
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Acetato de sodio Q.P.
- Ácido clorhídrico Q.P.
- Alcohol etílico al 96% de pureza.
- Almidón soluble.
- Ácido Ascórbico grado reactivo
- Bisulfito de Sodio Q.P.
- Buffer acetato de Sodio 0,1 M, pH 4.5
- Buffer acetato de Sodio 1 M, pH 5.0
- Cloruro de sodio Q.P.
- Etanol 96% v/v
- Glucosa anhidra grado reactivo

- Hexano Q.P.
- Solución alcohólica de Fenoltaleína al 1%
- Solución de Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N
- Solución de Yodo 1%
- Tiosulfato de sodio 5H₂O Q.P.
- Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos

2.5.3 Método de análisis

2.5.3.1 Análisis físico químicos

Los métodos de análisis físicos químicos que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

Cuadro 3 Métodos de determinación físico químicos

Análisis	Método	Nombre del método
Determinación de Humedad	AOAC (2005)	Secado con estufa.
Determinación de Grasa	AOAC (2005)	Método Soxhlet.
Determinación de Proteínas	AOAC (2005)	Método Kjeldahl
Determinación de Ceniza	AOAC (2005)	Método por calcinación
Determinación de fibra cruda	AOAC (2005)	Método Henneberg
Extracto libre de nitrógeno	Por diferencia	

Fuente: Elaboración propia (2015)

2.5.3.2 Análisis microbiológicos

Los métodos de análisis microbiológicos que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

Cuadro 4 Métodos de análisis microbiológicos

Análisis	Método	Nombre del método
Materia prima		
Determinación de Salmonella	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
Recuento de mohos	ICMSF (1983)	Cultivo directo en placa:Determinación de crecimiento Micelial (Mohos)
Determinación de Escherichiacoli	984.13 AOAC (2005)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
Alimento extruido		
Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP
Numeración de hongos	ICMSF (1983)	Microscopia 40x, 100x, 400x
Determinación de coliformes	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
Determinación de Salmonella	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml

Fuente:Lab. de Microbiología- Facultad de Ciencias Biológicas- UNPRG (2015)

2.5.3.3 Evaluación organoléptica

Se efectuará teniendo en cuenta los atributos de Sabor, Olor, Color y Textura, para lo cual se utilizará una escala hedónica de 9 puntos (me gusta muchísimo – me disgusta muchísimo), los que serán

evaluados por panelistas semi entrenados (Anzaldúa, 1994).

Escala Hedónica de nueve puntos

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta bastante	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta bastante	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

2.6 Metodología Experimental

2.6.1 Caracterización de la Materia Prima

2.6.1.1 Análisis físico químico

La caracterización de las materias primas consistió en: humedad, proteína, grasa, fibra cruda, ceniza, extracto libre de nitrógeno y acidez. Las muestras fueron trabajadas con tres repeticiones.

2.6.1.2 Análisis microbiológico

Se hizo de acuerdo a lo indicado en el cuadro 4.

2.6.2 Obtención de la mezcla extruida y evaluación de los tratamientos

Se realizó de acuerdo al flujograma de la figura 3, el proceso se detalla a continuación:

2.6.2.1 Recepción de materia prima

Las materias primas (granos de quinua, arroz y frijol gandul y harina de lúcuma) adquiridas fueron evaluadas con la finalidad de evitar la presencia posteriores inconvenientes en el proceso.

2.6.2.2 Selección y Clasificación

Se realizó con la finalidad de eliminar materia extraña y algunos granos que pudieron encontrarse deteriorados.

2.6.2.3 Molienda

Cada uno de los granos fue molido en un molino manual y envasado en bolsas de polietileno para su posterior aplicación.

2.6.2.4 Tamizado

Con la finalidad de uniformizar el tamaño de la partícula de las harinas se empleó un tamiz N° 30.

2.6.2.5 Pesado

Se pesó de acuerdo a cada una de las formulaciones que se indican en la figura 3, adicionalmente cada formulación lleva 12% de harina de lúcuma para saborizar la mezcla.

2.6.2.6 Mezclado y Homogenización

Se realizó con la finalidad de uniformizar las harinas en sus correspondientes porcentajes de tal manera que el peso total de la mezcla fuese de 20 Kg. La homogenización se consiguió después de 10 minutos en constante agitación.

2.6.2.7 Extrusión

Se realizó en un extrusor de tornillo simple de acero inoxidable; bajo las siguientes condiciones promedio:

Velocidad de rotación del tornillo	:	230 r.p.m
Temperatura del extrusor	:	80 ° C
Alimentación promedio	:	70 kg / h
Diámetro de boquilla salida (dado)	:	3.5 mm

2.6.2.8Secado

Se realizó en un secador de túnel de aire caliente de flujo forzado con una T° promedio de trabajo de 60°C y una velocidad de aire de 5.15 m/s

2.6.2.9Enfriamiento

Se dejó enfriar hasta la temperatura de 24°C .

2.6.2.10Molienda y Tamizado

Las mezclas extruidas pasaran a la operación de molienda en un molino manual y luego pasadas por un tamiz N° 80.

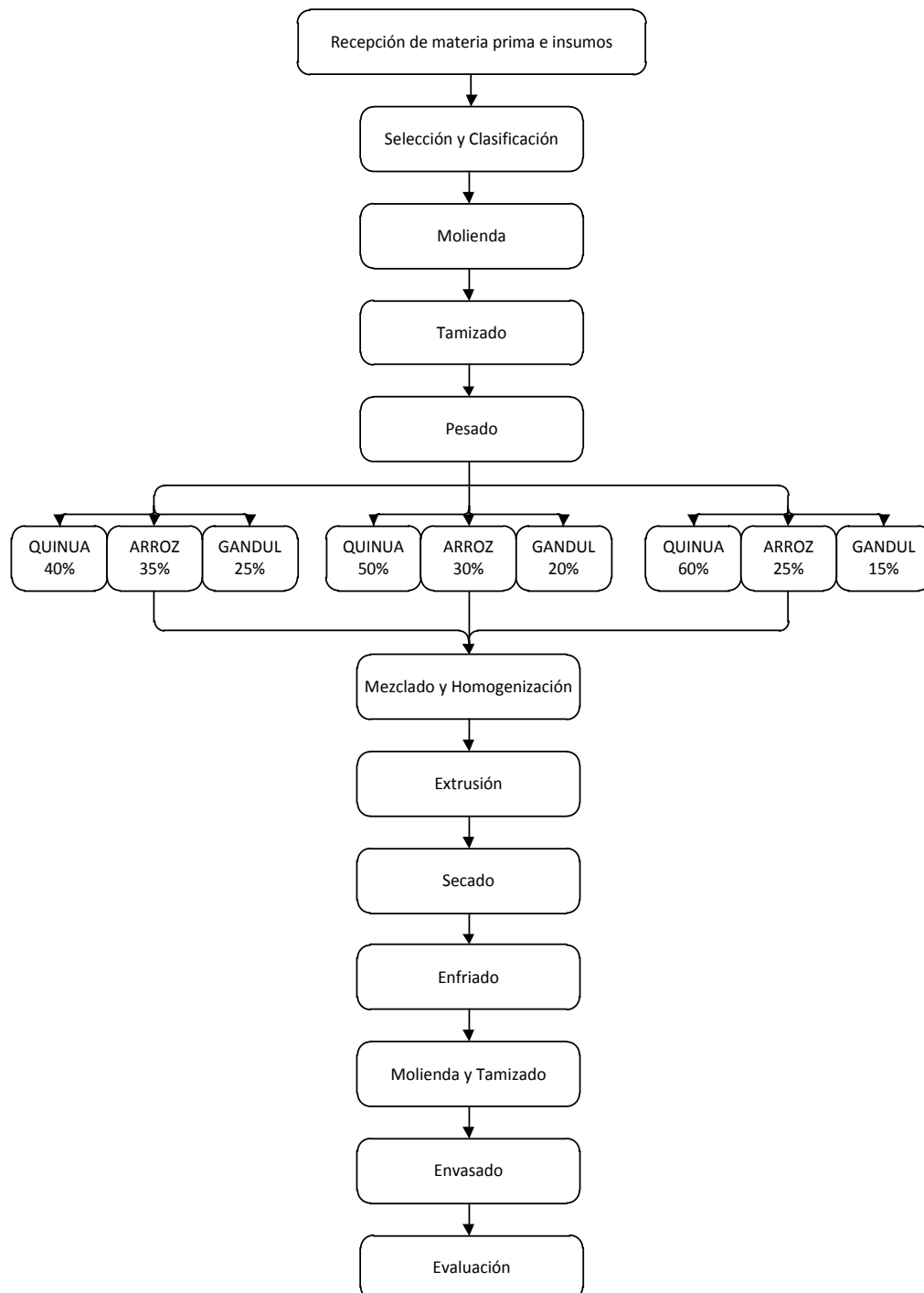
2.6.2.11Envasado

Se envaso en bolsas de polipropileno con capacidad de 250 g.

2.6.2.12Evaluación

Se realizó fisicoquímica y organoléptica, con la finalidad de seleccionar el mejor tratamiento.

Figura N°3:Diagrama de bloques para la obtención de las formulaciones



Fuente: Elaboración propia (2015)

2.6.3 Caracterización del producto obtenido

2.6.3.1 Caracterización fisicoquímica

La caracterización de la mezcla alimenticia extruida se realizara de acuerdo a los análisis indicados en el cuadro 3.

2.6.3.2 Análisis microbiológico

Se realizaron siguiendo los métodos de análisis recomendados por la ICMSF (1993), los mismos que se indican en el cuadro 4.

2.6.3.3 Evaluación organoléptica

Se efectuó teniendo en cuenta los atributos de Sabor, Olor, Apariencia y Textura, los que serán determinados mediante una prueba de medición del grado de satisfacción global con escala hedónica de nueve categorías (Me Gusta Muchísimo (9) – Me Disgusta Muchísimo (1), empleando para esta prueba panelistas semi-entrenados (Anzaldúa, 1994) y el formato se muestra en el anexo 3.

2.6.3.4 Índice de Absorción de agua (IAA) e Índice de solubilidad en agua (ISA)

Se determinaron los IAA e ISA en las harinas extruidas de acuerdo a la metodología descrita por Anderson (1969). El análisis se describe en el Anexo 6.

2.6.3.5 Tamaño de partícula

Para determinar la granulometría de las harinas se utilizó los procedimientos y sugerencias de Bedolla y Rooney (2004). El análisis se describe en el Anexo 7.

2.6.4 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de la evaluación organoléptica fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de Tukey para determinar la diferencia existente entre las formulaciones. Se empleó el software estadístico SPSS versión 19.

El modelo estadístico que se siguió fue un Modelo de Diseño experimental al azar completamente aleatorizado.

$$E_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

E_{ij} = Variable respuesta observada

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima variable experimental.

Tabla 9. Análisis de varianza para los tratamientos.

F.V.	G.L.
Tratamientos	2
Error	88
Total	90

Fuente: Elaboración Propia (2015)

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Caracterización de las materias primas

3.1.1 Análisis físico químico

Las harinas fueron caracterizadas mediante análisis físico químico, cuyos resultados se muestran en la tabla 10, las mismas que son el resultado promedio de tres repeticiones, donde se observa que la humedad y ceniza se encuentra dentro del rango según la Norma Técnica Peruana 205.045 sobre harinas sucedáneas procedentes de cereales, la Norma Técnica Nacional 205.044 sobre harinas sucedáneas procedentes de leguminosas. Además podemos observar que los componentes que más destacan son los extractos libres de nitrógeno en la harina de arroz (77,20%), quinua (71.8%) y de frijol gandul (65,39%).

Tabla 10 Resultado de Análisis físico químico de la harina de quinua, arroz, frijol gandul y lúcuma

Análisis	Quinua	Arroz	Frijol Gandul
Humedad, %	12,2	12,68	11,53
Proteína Total (N*6,25), %	9,1	9,02	18,60
Grasa, %	4,4	0,7	1,2
Fibra cruda, %	3,1	0,22	7,8
Ceniza, %	2,5	0,38	3,28

Extrac. libre de nitróg. %	71,8	77,,20	65,39
----------------------------	------	--------	-------

Fuente: Elaboración propia (2015)

3.1.2 Análisis microbiológico

En la tabla 11 se muestran los resultados del análisis microbiológico de las harinas empleadas como materias primas antes de la formulación del producto extruido. Se puede observar que las harinas presentaron un número de bacterias aerobias viables totales y hongos en niveles aceptables y dentro de los límites permisibles según Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008). Cabe resaltar que este análisis se realizó el mismo día de la experimentación de los tratamientos.

Tabla 11. Análisis microbiológicos de las materias primas

Determinaciones	Harinas			Dato referencial (*)
	Quinoa	Arroz	Frijol gandul	
<i>Escherichiacoli</i>	Ausencia ufc/g.	Ausencia ufc/g.	Ausencia ufc/g.	<10
Mohos	1.9 x 10 ² ufc/g.	2.2 x 10 ² ufc/g.	1.6 x 10 ² ufc/g.	< 10 ⁴
<i>Salmonella</i>	Ausencia ufc/25g.	Ausencia ufc/25g.	Ausencia ufc/25g.	Ausencia ufc/25g.

Fuente: Elaboración propia

(*) Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)

3.2 Evaluación de los tratamientos y obtención del producto obtenido a partir de la mezcla de harinas

3.2.1 Evaluación de los tratamientos

3.2.1.1 Evaluación del aporte proteico y energético

De todas las formulaciones propuestas se buscó aquella para producir un producto extruido de alto valor proteico y energético y estabilidad en el almacenamiento, para lo cual se hizo a cada uno de los tratamientos una evaluación químico proximal para conocer su contenido de proteína y a la vez se calculó matemáticamente el nivel de proteína que aportaban en una ración de cien gramos de producto, tomando como base que las proteínas, carbohidratos y grasas aportan 4 Kcal/g, 4 Kcal/g y 9 Kcal/g respectivamente. En la tabla 12 y 13 se observan los valores del análisis químico proximal y los valores energéticos de cada formulación respectivamente.

Tabla 12. Composición químico proximal de las formulaciones en base a 100 g.

DESCRIPCIÓN	FORMULACIONES		
	Q(40%)A(35%)F(25%)	Q(50%)A(30%)F(20%)	Q(60%)A(25%)F(15%)
Humedad, %	7.2	8.85	7
Proteína Total (N*6,25), %	7.98	10.37	6.38
Grasa, %	2.6	2.9	2.3
Fibra cruda, %	3.25	3.5	2.5
Ceniza, %	1.72	1.86	1.6
Extrac. libre de nitróg. %	77.25	72.52	80.22

Fuente: Elaboración propia(2015)

En la Tabla 12 se puede diferenciar claramente que la formulación Q(50%)A(30%)F(20%) es la que presenta mayor contenido proteico, representando este un valor de 10.37%, seguido del tratamiento Q(40%)A(35%)F(25%) con 7.98% de proteína.

Tabla N° 13. Valor energético de las formulaciones en base a 100g.

FORMULACIONES	HARINAS			ENERGÍA prom. (Kcal)
	Quinoa %	Arroz %	Frijol gandul %	
Q(40%)A(35%)F(25%)	40	35	25	364.32
Q(50%)A(30%)F(20%)	50	30	20	357.38
Q(60%)A(25%)F(15%)	60	25	15	367.10

Fuente: Elaboración propia (2015)

De igual forma en la tabla 13 se puede observar que la formulación **Q(60%)A(25%)F(15%)** presenta un valor energético de 367.10 Kcal por cien gramos de muestra superando a las otras formulaciones y seguido de la formulación **Q(40%)A(35%)F(25%)** con 364.32 Kcal.

3.2.1.2Evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación organoléptica de las formulaciones extruidas, (se muestran en el anexo 4), fueron analizados estadísticamente obteniéndose los resultados que se detallan a continuación:

3.2.1.1.1 Variable Aroma

1. Planteamiento de hipótesis del Aroma

H_0 : Las medias de las muestras del Aroma son Iguales

H_1 : Las medias de las muestras del Aroma no son Iguales

2. Estadístico de prueba.

$$F = MCTR \div MCE$$

Tabla 14. Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Aroma

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	3927,489 ^a	32	122,734	135,563	,000
Muestra	2,156	2	1,078	1,190	,311
Panelistas	57,556	29	1,985	2,192	,006
Error	52,511	58	,905		
Total	3980,000	90			

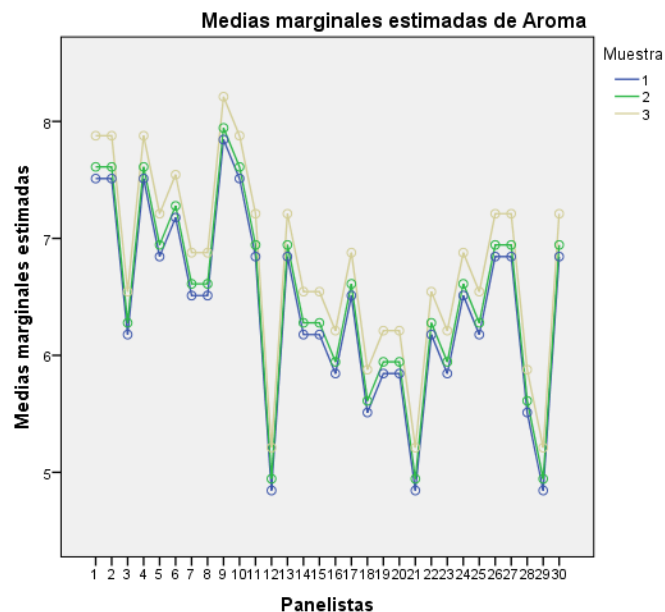
a. R al cuadrado = .987 (R al cuadrado ajustada = .980)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig.) es mayor que α , entonces no se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces no se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el aroma en las tres muestra son iguales en otras los evaluadores han calificado igual el aroma.

Figura 4. Comparación de medias para aroma



Fuente: Elaboración propia (2015)

Interpretación: En el presente grafico se aprecia que la muestra N°03 del Aroma, es la que mejor valoración ha tenido por lo tanto gráficamente la evaluación del Aroma se tiene mejor con la muestra N°3; en la muestra N°02 y muestra N°01 se aprecia que fueron evaluadas igualmente. En lo que respecta a los panelistas se observa que los panelistas N°12, N°21, N°29 los

que menor calificativo plasmaron mientras que los panelistas N°08 y N°09 fueron los que mejor calificaron al atributo aroma.

3.2.1.1.2 Color

1. Planteamiento de Hipótesis para el Color

H_0 : Las medias de las muestra del color son Iguales

H_1 Las medias de las muestras del color no son iguales

2. Estadístico de prueba.

$$F = MCTR \div MCE$$

Tabla 15. Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Color

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	4199,689 ^a	32	131,240	154,366	,000
Muestra	2,022	2	1,011	1,189	,312
Panelistas	130,722	29	4,508	5,302	,000
Error	49,311	58	,850		
Total	4249,000	90			

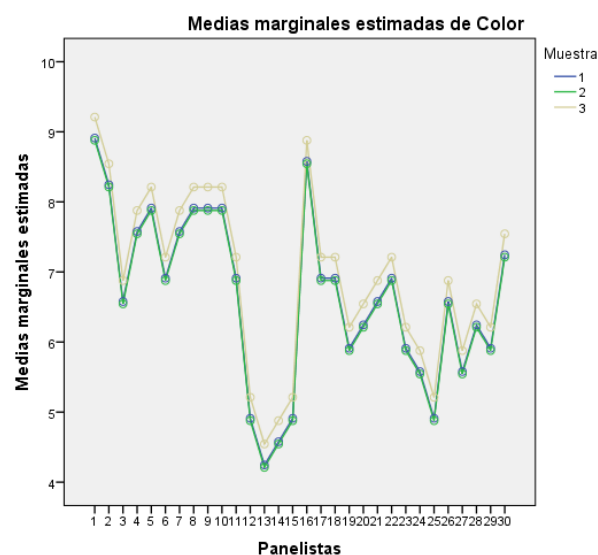
a. R al cuadrado = .988 (R al cuadrado ajustada = .982)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es mayor que α , entonces no se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces no se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el color en las tres muestra son iguales en otras palabras los evaluadores han calificado igual el color.

Figura 5. Comparación de medias para color



Fuente: Elaboración propia (2015)

Interpretación: En el presente gráfico se aprecia que la Muestra N°03 acerca del color, es la mejor evaluada y las muestras N°01 y Muestra N°02 presentan igual evaluación.

3.2.1.1.3 El sabor

1. Planteamiento de Hipótesis para el Sabor

H_0 : Las medias de las muestra del sabor son iguales

H_1 Las medias de las muestras del sabor no son iguales

2. Estadístico de prueba

$$F = MCTR \div MCE$$

Tabla 16. Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Sabor

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	4248,200 ^a	32	132,756	83,876	,000
Muestra	22,200	2	11,100	7,013	,002
Panelistas	64,400	29	2,221	1,403	,136
Error	91,800	58	1,583		
Total	4340,000	90			

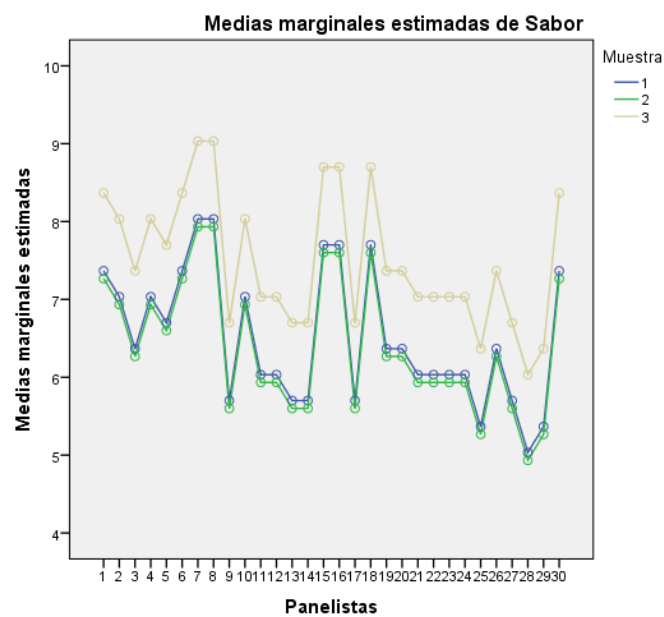
a. R al cuadrado = .979 (R al cuadrado ajustada = .967)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es menor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el sabor en las tres muestra son diferentes en otras palabras los evaluadores han calificado a las muestras diferentes con respecto al sabor.

Figura 6. Comparación de medias para sabor



Fuente: Elaboración propia (2015)

Interpretación: En la presente grafica se observa que la muestra N°03 es la mejor calificada en el atributo del sabor y las muestras N°01 y N°02 son las evaluadas con menor puntuación pero con gran similitudes.

Tabla 17. Pruebas de Tukey

Son Muestra	N	Subconjunto	
		1	2
2	30	6,40	
1	30	6,50	
3	30		7,50
Sig.		,949	1,000

Concluyendo que el mejor tratamiento es la muestra N° 03 por presentar mayor grado de aceptabilidad ante las pruebas estadísticas , asi también alto contenido energético

3.2.1.1.4 Textura

1. Planteamiento de Hipótesis para la Textura

H_0 : Las medias de las muestras de la textura son iguales

H_1 Las medias de las muestras de la textura no son iguales

2. Estadístico de prueba.

$$F = \text{MCTR} \div \text{MCE}$$

Tabla 18. Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Textura

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	3943,689 ^a	32	123,240	147,956	,000
Muestra	7,022	2	3,511	4,215	,020
Panelistas	121,156	29	4,178	5,016	,000
Error	48,311	58	,833		
Total	3992,000	90			

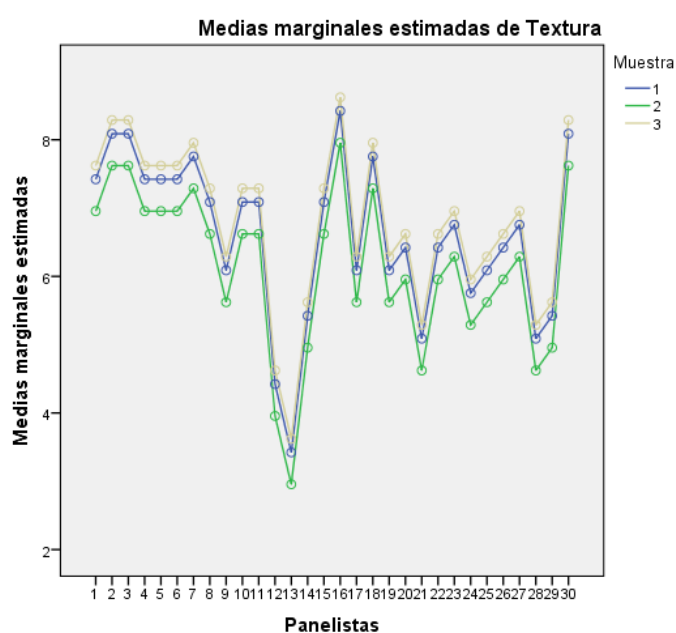
a. R al cuadrado = .988 (R al cuadrado ajustada = .981)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es menor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que la Textura en las tres muestras son diferentes en otras palabras los evaluadores han calificado a las muestras diferentes con respecto a la textura.

Figura 7. Comparación de medias para textura



Fuente: Elaboración propia (2015)

Interpretación: En la gráfica que se muestra anteriormente se puede observar que la muestra N°03 sigue siendo la mejor evaluada en lo que respecta al atributo textura, pero también se puede observar que el panelista N°13 es el que menor evaluación hizo, pero también el panelista 17 y panelista 30 evaluaron mejor en este atributo.

3.2.1.1.5 Apariencia

1. Planteamiento de Hipótesis para la apariencia

H_0 : Las medias de las muestras de la apariencia son Iguales

H_1 Las medias de las muestras de la apariencia no son iguales

2. Estadístico de prueba.

$$F = MCTR \div MCE$$

Tabla 19. Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Apariencia

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GI	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	4087,600 ^a	32	127,738	103,764	,000
Muestra	3,267	2	1,633	1,327	,273
Panelistas	124,233	29	4,284	3,480	,000
Error	71,400	58	1,231		
Total	4159,000	90			

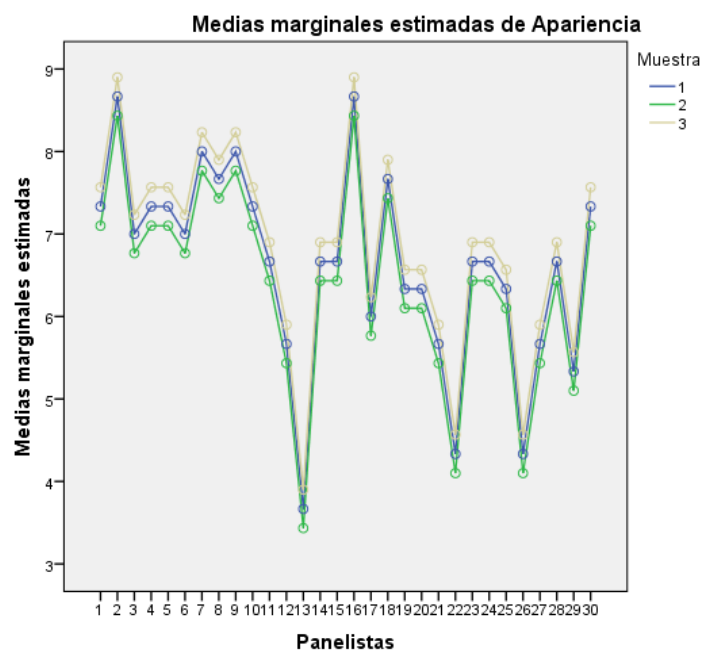
a. R al cuadrado = .983 (R al cuadrado ajustada = .973)

3. Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es mayor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces no se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que la apariencia en las tres muestras son iguales en otras palabras los evaluadores han calificado a las muestras como iguales con respecto a la apariencia.

Figura 8. Comparación de medias para apariencia



Fuente: Elaboración propia (2015)

Interpretación: En la presente gráfica se observa que la Muestra N°03 es la mejor evaluada, y la muestra N°01 y N°02 se evaluaron igualmente, pero si observamos a los panelistas se puede ver que los panelistas N°13, N°22 N°26 fueron los que menor calificativos pusieron a las muestra en el atributo apariencia y los panelistas que mejores evaluaron fueron el panelista N°02 y N°16.

Analizando los resultados estadísticos de la evaluación sensorial se puede observar que no hay diferencia en cuanto a los parámetros de aroma, color, textura y apariencia entre los tratamientos. En el parámetro sabor si existe diferencia significativa por lo que se sometió a la prueba de tukey donde se observa según la tabla 17 que el mejor tratamiento es **Q(60%)A(25%)F(15%)**.

Analizando las tablas 12 y 13 donde el tratamiento **Q(60%)A(25%)F(15%)** ocupa el tercer lugar en contenido de proteínas (6.38%) y primer lugar en valor energético (367.10 Kcal por ración de 100g) respectivamente.

Comparando los resultado físico químicos y sensoriales se creyó conveniente dar como ganadora a la formulación compuesta por 60% de harina de quinua, 25% de harina de arroz y 15% de harina de gandul **Q(60%)A(25%)F(15%)**, que si bien no ha sido la que aporte mayor contenido de proteína, cuenta con un alto valor de aceptación y al valor energético.

Tabla 20. Comparación de Análisis sensorial y físico químico de los resultados

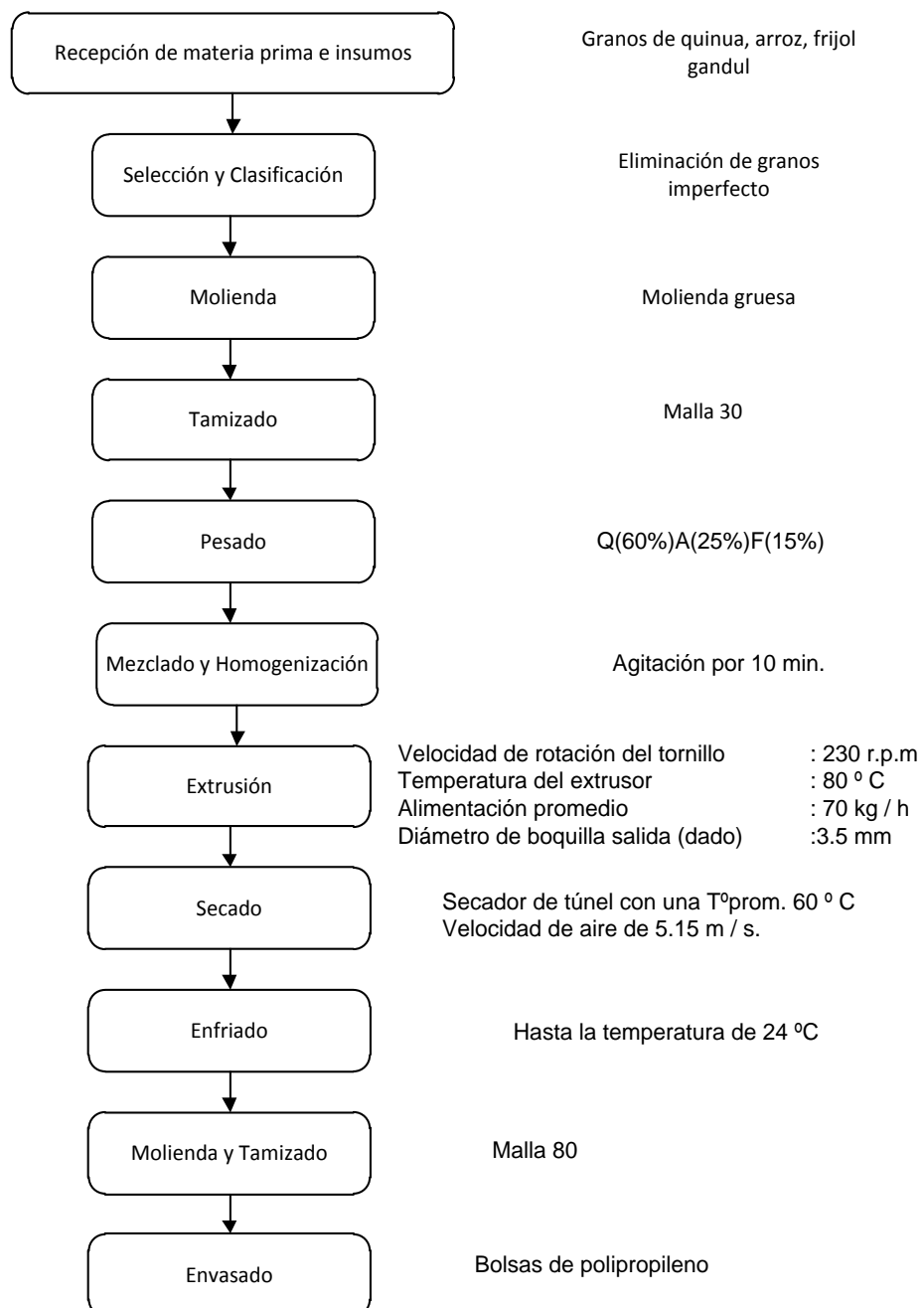
Evaluación		Tratamientos (Valores promedios)		
		Q(40%)A(35%)F(25%)	Q(50%)A(30%)F(20%)	Q(60%)A(25%)F(15%)
Sensorial	Aroma	6.4	6.5	6.93
	Color	6.63	6.6	6.93
	Sabor	6.5	6.4	7.5
	Textura	6.6	6.33	6.8
	Apariencia	6.3	6.4	6.86
Físico	Proteínas (%)	7.98	10.37	6.38
químico	Energía (kcal/100g)	364.32	357.38	367.10

Fuente: Elaboración propia (2015)

3.2.2 Obtención del producto.

En la figura 9 se muestran las operaciones y parámetros tecnológicos para la obtención de una mezcla alimenticia extruida a base de harinas de quinua, arroz y frijol gandul.

Figura 9 Flujo de Operaciones para la obtención una mezcla alimenticia extruida



Fuente : Elaboración propia (2015)

3.3 Caracterización del producto obtenido

3.3.1 Análisis físico químico

En la tabla 21, se observa la caracterización de la mejor formulación, donde se debe resaltar su alto contenido de carbohidratos (80.22%) y su considerado aporte de proteínas (6.38%), con respecto a la humedad tiene un contenido de 7%, valor que se encuentra ligeramente por encima de lo que recomienda la NTP 209.226 (1984, Revisada 2011) que es de 6% de humedad.

Tabla 21. Composición químico proximal de las formulación Q(60%)A(25%)F(15%) en base a 100 g.

DESCRIPCIÓN	Q(60%)A(25%)F(15%)
Humedad, %	7
Proteína Total (N*6,25), %	6.38
Grasa, %	2.3
Fibra cruda, %	2.5
Ceniza, %	1.6
Extrac. libre de nitróg. %	80.22
Energía Total, Kcal	367.10
Índice de Solubilidad	56%
Índice de absorción	76
Tamaño de partícula	250 µm

Fuente: Elaboración propia(2015)

3.3.2 Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico del alimento extruido se muestran a continuación en la tabla 22 donde se puede observar que aunque existe presencia de microorganismo estos valores cumplen con la Norma Técnica Sanitaria 071 – MINSA/DIGESA V- 01 (2008).

Tabla 22. Análisis microbiológicos del alimento extruido

Determinaciones	Tiempo (días)	Patrón (*)
	60	
Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables	< 10 ufc/g.	< 10 ⁴
Numeración de hongos	<10 ufc/g.	< 10 ²
Determinación de coliformes	Ausencia ufc/g.	<10
Determinación de Salmonella	Ausencia ufc/25g.	Ausencia / 25g.

Fuente: Elaboración propia

(*) NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados y discusiones obtenidos podemos indicar las siguientes conclusiones para dar respuesta a los objetivos:

1. Se logró obtener con éxito una mezcla alimenticia extruida a partir de harina de quinua (***Chinopodium quinoa Willd***), arroz (***Oriza sativa***) y frijol gandul (***Canajus cajan***) saborizado con harina de lúcumá con adecuadas características sensoriales.
2. Se caracterizaron microbiológicamente las materias primas encontrándose que su carga microbiana está por debajo de los límites de la Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).
3. El proceso de obtención de la mezcla alimenticia extruida a partir de harina de quinua (***Chinopodium quinoa Willd***), arroz (***Oriza sativa***) y frijol gandul (***Canajus cajan***) saborizado con harina de lúcumá, tuvo operaciones y parámetros los siguientes: Recepción de materia prima, selección y clasificación, molienda (gruesa), tamizado (malla 30), pesado, mezclado y homogenización (agitación por 10 minutos), extrusión (230 de velocidad de rotación de tornillo, 80°C de temperatura del extrusor, 70 kg/h de alimentación promedio y 3.5 mm de diámetro de boquilla de salida), secado (60°C de temperatura y 5.15 de velocidad de aire), enfriado (24°C) molienda y tamizado (malla 80) y envasado (polipropileno).
4. Los niveles seleccionados de harinas de quinua, arroz y frijol gandul para la obtención de una mezcla alimenticia extruida fueron de: 15%

de harina de frijol gandul, 25% de harina de arroz y 60 % de harina de quinua, luego de haber sido evaluado su composición químico proximal y estadísticamente sus características sensoriales.

5. Se formuló una mezcla alimenticia extruida con alto valor energético a partir de harinas de quinua, arroz y frijol gandul con un aporte energético de 367.10 Kcal por ración de 100 gramos.
6. La mezcla alimenticia extruida se caracterizó fisicoquímicamente presentando: 7% de humedad, 6.38% de proteína, 80.22% de carbohidratos, 2.3% de grasa, 2.5% de fibra y 1.6% de ceniza.
7. La mezcla alimenticia extruida presento un índice de solubilidad en agua de 56% y un índice de absorción de agua de 76.
8. La mezcla alimenticia extruida almacenada por 60 días presenta presencia de microorganismos (Numeración de bacterias aerobias viables totales, < 10 ufc/g., Numeración de hongos <10 ufc/g., Determinación de coliformes Ausencia ufc/25g. y determinación de Salmonella Ausencia ufc/25g) dentro de los límites permisibles según NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008) y calificada sensorialmente por su buena aceptación.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un proyecto piloto para la producción del producto.
2. Hacer un estudio de mercado para determinar el grado de aceptación del producto.

3. Para el envasado de nuestro producto se utilizó film de polipropilenoetileno, pero se recomienda utilizar un envase que contenga una mayor barrera al oxígeno como lo es el celofán recubierto con PVDC (Cloruro de polivinilideno).

V. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. ANZALDUA, M. (1994). Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia S. A. Zaragoza. España.
2. A.O.A.C. (2005). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 16 ed. Vol. I y II. EEUU.
3. A.O.A.C. (1997). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 16 ed. Vol. I y II. EEUU.
4. A.O.A.C. (1985). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 16 ed. Vol. I y II. EEUU.
5. AYALA G, OR TEGA L, MORÓN C. (2001). Valor nutritivo y usos de la quinua. En Mujica A, Jacobsen SE, Izquierdo J, Marathee JP (Eds.) Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. CONDESAN. Santiago, Chila. Cap. VIII. Pp. 246-279.
6. AYALA G. (1998). Consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) y estrategias para promover su consumo. En Mujica A, Izquierdo J, Marathee JP, Morón C, Jacobsen SE (Eds.) Reunión Técnica y Taller de Formulación del Proyecto Regional sobre Producción y Nutrición Humana en base a Cultivos Andinos. Arequipa, Perú. pp. 115-122.

7. BALLESTEROS, M., G. YEPIZ., M. GRIJALVA. (1984). Elaboración por Programación Lineal de Nuevos Productos a partir de Cereales y Leguminosas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo AC. (CIAD, A.C.), Hermosillo Sonora, México. Archivos Latinoamericanos de Nutrición V. XXXIV, N°1.
8. BARBOZA, Y. (2012). Diseño de alimentos potencialmente funcionales sobre la base de productos tradicionales. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. Maracaibo. Venezuela.
9. CAMERON M, HOFVANDER Y. (1978). Manual Sobre Alimentación de Lactantes y Niños Pequeños. 2ª ed. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. Nueva York, EEUU. 180 pp.
10. CISNEROS, F. (2000). Extrusión de Alimentos. Curso de Extensión. Universidad San Ignacio de Loyola. Lima, Perú.
11. CUGGINO M.(2008). Desarrollo de alimentos precocidos por extrusión a base de maíz – leguminosa .Tesis. Universidad Nacional del Litoral. IngenieriaQuimica. Santa Fe. Argentina.
12. CHANDLER, R. F. (1984). Arroz en los trópicos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José. Costa Rica.
13. DÍAZ, R. (2004). Cascara de Cajanuscajan en la dieta de vacas lecheras en producción. Tesis. Universidad Nacional Pedro Ruiz. Gallo. Lambayeque. Perú.

14. ESPINOLA, N. (2011). El poder de las leguminosas. En: El Comercio, Lima: (1 de Mayo, 2011); p.9.
15. ESQUIVEL, H., S. MARTÍNEZ, J. MARTÍNEZ. (1999). "Nutrición y Salud" Editorial Manual Moderno México.
16. FAO/OMS. (1985). Normas CODEX para regímenes especiales para lactantes y niños de corta edad. Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimenticias. Comisión del CODEX Alimentarius. Roma. Italia.
17. FAO/OMS, (1992) Manual sobre utilización de los cultivos Andinos Subexplotados en la alimentación. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 121 pp.
18. FAO. (1990). FAO PRODUCTION YEARBOOK. FAO Statistic Ser 40. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
19. FELLOWS P. (1994). "Tecnología del Procesado de los Alimentos". Editorial. Acribia, S.A. Zaragoza. España.
20. FRITZ, M; GONZÁLEZ, R; CARRARA C, DE GREEF D, TORRES R; CHEL GUERRERO L.(2005). "Selección de las condiciones de extrusión para una mezcla maíz-fríjol: aspectos sensoriales y operativos". CYTED BRASIL". Brazilian Journal of Food Tech. III JIPCA (disponible "on line" desde enero de 2006).
21. GÓMEZ C., H. LASTARRIA, Z. REYNOSO. (1994). "Alimento Complementario para Niños: Fase A. Programa de Investigación en Alimentos. U.N.A La Molina.

22. GONZÁLEZ, R.J.; TORRES, R. L.; DE GREEF, D.M. (2002).
“Extrusión-Cocción de Cereales”. Boletín da Sociedade Brasileira de
Ciência e Tecnologia de Alimentos
23. HARPER, J.M. (1981). Extrusión of Foods. Volumes I and II. CRC
Press Inc. Florida, USA
24. HARPER J.M. and JANSEN G R (1988). Nutritional Evaluation of
Food Processing: Effects of Extrusion Processing on
Nutrients. Ed. Karmas y Harris. New York. USA.
25. HODGSON, M. (2004). Influencia de la nutrición en el crecimiento y
desarrollo. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.
www.escuela.med.puc.cl
26. HIGINIO, V. (2011). Elaboración de una mezcla instantánea de arroz
(*Oryza sativa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y kiwicha
(*Amarantus caudatus*) por el método de cocción extrusión. Tesis.
Universidad Nacional del Callao. Lima. Perú.
27. ICMSF. (1983). Métodos Recomendados Para el Análisis
Microbiológico en Alimentos. En : Microorganismos de los Alimentos
I . Técnicas de Análisis Microbiológicos, 2da ed. Editorial Acribia S A ,
Zaragoza, España, Vol. 1, pag 105 – 280.
28. INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICIÓN. (1993). La Composición
de Alimentos de Mayor Consumo en el Perú. 6° Ed. Ministerio de
Salud. Lima. p 63.

29. INDECOPI. (1976). Rev. 2011. NTP.205.045 Harinas Sucedáneas Procedentes de Cereales. Lima-Perú.
30. ITINTEC. (1976). "Normas Técnicas" Harinas Sucedáneas Procedentes de Leguminosas, Lima 205. 044.
31. ITINTEC. (1976). "Normas Técnicas" Harinas Sucedáneas Procedentes de Tubérculos y Raíces, Lima 205. 043.
32. INDECOPI. (1976). Rev.2011. NTP 205.040. Harinas Sucedáneas de la Harina de Trigo. Lima-Perú.
33. INDECOPI. (2004). NTP 209.260. Alimentos Cocidos de Reconstitución Instantánea. Papilla. Requisitos. Lima-Perú.
34. KOKINI, L. J., HO, C. T., AND KARWE. M. V. (1992). Food Extrusion Science and Technology. Marcel Dekker: New York.
35. LASTARRIA, H. y VALDEZ, J. (2000). Obtención de una mezcla nutritiva a partir de quinua y cebada malteadas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
36. MARTÍNEZ C, URBANO G, PORRES JM, FRÍAS J, VIDAL C. (2007). Improvement in food intake and nutritive utilization of protein from *Lupinus albus* var. multolupa protein isolates supplemented with ascorbic acid. Food Chem. 103: 944- 951.
37. MEYHUAY, M. (2000). Quinua: postharvest operations. Ed. AGSI/FAO. Instituto de Desarrollo Agroindustrial.
38. MINAG (Ministerio de Agricultura), (2010). Boletín, Septiembre. Perú.

39. MONCKERBERG, B. (1981). The possibilities for nutrition intervention in Latin America. FoodTechnol. 35 (9):115.
40. MORA, A. (2012). Evaluación de la Calidad de cocción y calidad sensorial de pasta elaborada a partir de mezclas de sémola de trigo y harina de quinua. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Colombia.
41. NATIVIDAD, J. (2006). Elaboración de una Mezcla Alimentaria a base de maíz (Zeamays) y habas (Vicia faba). Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
42. RIAZ, N. (2000). Extrusores en las aplicaciones de alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
43. RISI, J. (1993). Informe final sobre asesoría en quinua, IBTA. Bolivia.
44. VALENCIA, E. (1996). Utilización de los Cultivos como materia prima Agroindustrial .INIA.
45. VERA, A., M. VARGAS & G. DELGADO. (1997). Actividad biológica de las saponinas de la quinua *Chenopodium quinoa* W. En: IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos. (Resúmenes). Cusco, Perú. pp. 85.
46. ZAPATA, L. (1999). Investigación y desarrollo en la extrusión de alimentos en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Bogotá. Seminario sobre la Investigación Tecnológica en cocción-extrusión de alimentos en América Latina. Colombia.

ANEXOS

ANEXO 1:

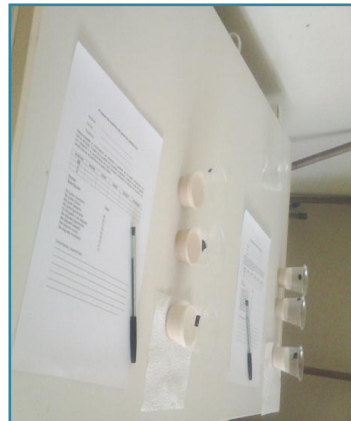
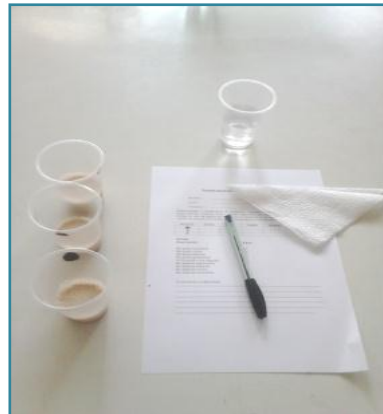
Limpieza del extrusor



ANEXO 2:

Acondicionamiento de materias primas y proceso de extruido





ANEXO 3




Pruebas de medición del grado de satisfacción

Nombre:

Fecha:

Producto:

Instrucciones: A continuación se presenta 3 muestras de un batido que tiene como complemento una mezcla extruida a base de quinua, arroz y gandul saborizado con lúcuma. Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Indique su nivel de agrado con respecto a la característica en cada muestra colocando el número de acuerdo a la escala que se encuentra en la parte inferior.

MUESTRA	AROMA	COLOR	SABOR	TEXTURA	APARIENCIA
					
					
					

Donde:

Descripción




Valor

Me gusta muchísimo	(9)
Me gusta mucho	(8)
Me gusta bastante	(7)
Me gusta ligeramente	(6)
Ni me gusta ni me disgusta	(5)
Me disgusta ligeramente	(4)
Me disgusta bastante	(3)
Me disgusta mucho	(2)
Me disgusta muchísimo	(1)

Comentarios y sugerencias:

ANEXO 4

Resultados de la evaluación sensorial

Panelistas 20/03/2015	PROMEDIO 	PROMEDIO 	PROMEDIO 
1	31	34	39
2	35	37	40
3	34	38	38
4	34	35	40
5	54	40	37
6	37	37	39
7	34	36	38
8	36	37	39
9	31	35	36
10	28	23	28
11	25	23	25
12	26	24	37
13	31	35	33
14	39	41	39
15	31	31	33
16	31	35	42
17	30	32	31
18	27	36	32
19	24	29	33
20	45	20	26
21	28	32	35
22	29	30	34
23	33	25	30
24	34	28	31
25	35	25	33
26	29	28	30
27	28	23	31
28	42	35	35
29	39	38	40
30	39	39	42

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5

NORMA TECNICA 205.045: HARINA SUCEDANEAS PROCEDENTES DE CEREALES

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 205.045
1976 (Revisada el 2011)

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias-INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

HARINAS · SUCEDÁNEAS · PROCEDENTES · DE CEREALES

SUBSTITUTE FLOUR PROCEEDING FROM CEREALS

2011-03-30
1ª Edición

R.0008-2011/CNB-INDECOPI. Publicada el 2011-04-14
I.C.S.: 67.060
Descriptores: Harina, sucedánea, cereal

Precio basado en 04 páginas
EST▲ NORMA ES RECOMENDABLE

PRÓLOGO

(De Revisión 2011)

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana se encuentra dentro de la relación de normas incluidas en el Plan de Revisión y Actualización de Normas Técnicas Peruanas, aprobadas durante la gestión del ITINTEC (periodo 1966-1992).

A.2 La NTP 205.045:1976 fue aprobada mediante resolución R.D.Nº 096-76 ITINTEC DG/DN del 76-02-24 y el Comité Técnico de Normalización de Cereales, leguminosas y productos derivados, Sub Comité de Trigo y productos derivados, la revisó acordando en su sesión del 2011-03-29, mantenerla vigente.

A.3 La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias -CNB-, aprobó mantener vigente la presente norma, oficializándose como **NTP 205.045:1976 (Revisada el 2011): HARINAS SUCEDÁNEAS PROCEDENTES DE CEREALES**, el 14 de abril de 2011.

NOTA: Cabe destacar que la revisión de la presente Norma implica que ésta no ha sido modificada.

A.4 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 205.045:1976 HARINAS SUCEDÁNEAS PROCEDENTES DE CEREALES. Las Normas Técnicas Peruanas que fueron dejadas sin efecto no figuran en la presente edición.

B. INSTITUCIONES MIEMBROS DEL CTN DE CEREALES, LEGUMINOSAS Y PRODUCTOS DERIVADOS – SUB COMITÉ DE TRIGO Y PRODUCTOS DERIVADOS

Secretaría	Dirección General de Competitividad Agraria –Ministerio de Agricultura
Presidente	Amelia Huaranga
Secretario CTN	Magno Meyhuay
Secretario SCTN	José Luis Rabines

ENTIDAD**REPRESENTANTE**

Panificadora Bimbo
del Perú S.A.

Henry Bautista
Denisse Casariego

ALICORP

Jorge Martínez

Panera Ediciones S.A.C.

Nancy Fuentes

ASPAN

William Heida

Granotec Perú S.A.

Mercedes Malache

Industrias Teal S.A.

Amelia Aguilar
Rosa Arcos

Dirección General de
Competitividad Agraria

Juan Pomares

INIA

Agripina Roldán

UNALM

Martha Ibañez

CENAN

Sonia Córdova
Percy Alfaro

Consultor

Sonia Bernaola

---oooOooo---

HARINAS SUCEDÁNEAS PROCEDENTES DE CEREALES

NORMAS A CONSULTAR

NTP 205.027	HARINA DE TRIGO PARA CONSUMO DOMÉSTICO Y USO INDUSTRIAL
NTP 205.037	HARINAS. Determinación del contenido de humedad
NTP 205.038	HARINAS. Determinación de cenizas
NTP 205.039	HARINAS. Determinación de la acidez titulable
NTP 205.040	HARINAS SUCEDÁNEAS DE LA HARINA DE TRIGO. Generalidades
NTP 205.041	HARINAS. Determinación del contenido de grasa
NTP 205.042	HARINAS SUCEDÁNEAS. Determinación de proteínas
NTP 209.038	ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado

1. OBJETO

1.1 La presente Norma Técnica Peruana establece las definiciones y especificaciones de las harinas sucedáneas procedentes de cereales, destinadas a ser mezcladas con harina de trigo para emplearse en la elaboración de productos alimenticios.

2. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

2.1 **harinas sucedáneas procedentes de cereales:** Son los productos provenientes de cereales, obtenidos mediante un proceso adecuado y molienda aptos para ser mezclados con la harina de trigo con fines alimenticios.

2.2 Estas harinas deben nominarse de la forma siguiente: Al término harina se le debe añadir el nombre de la materia prima de que proceda seguido del término sucedánea.

2.3 Las harinas sucedáneas procedentes de cereales son de grado único.

3. REQUISITOS

3.1 Los requisitos de las harinas sucedáneas procedentes de cereales, deberán tener valores que no excedan de los siguientes límites:

	GRAMÍNEAS	QUINUA Y CAÑIHUA
Humedad	15 %	15 %
Cenizas	2 %	4 %
Acidez	0,15 %	0,15 %

3.2 Las harinas sucedáneas procedentes de cereales se sujetarán además a los requisitos señalados en la Norma Técnica Peruana NTP 205.040.

4. MUESTREO

4.1 Las muestras se extraerán de conformidad con lo prescrito en la Norma Técnica Peruana NTP 205.027.

5. MÉTODOS DE ENSAYO

5.1 La determinación del contenido de humedad (%) se efectúa de acuerdo a las especificaciones de la NTP 205.037.

5.2 La verificación del contenido de cenizas (%) se efectúa de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 205.038.

5.2.1 El tiempo de calcinación de las harinas sucedáneas procedentes de cereales será de 12 horas como mínimo o hasta peso constante.

5.3 La determinación de la acidez (%) se efectúa de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 205.039.

6. ENVASE Y ROTULADO

6.1 Envase

6.1.1 El envase deberá cumplir con lo prescrito en la Norma Técnica Peruana NTP 205.027.

6.2 Rotulado

6.2.1 El rótulo deberá ajustarse a lo establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 209.038, indicando, especialmente:

6.2.1.1 Nombre del producto.

6.2.1.2 Peso Neto.

- 6.2.1.3 Lugar de producción.
- 6.2.1.4 La denominación: Producto Peruano
- 6.2.1.5 La marca del producto en caso de tenerlo.

ANEXO 6

NORMA TECNICA 205.044

ITINTEC 205.044
Pág. 2

3.3 Las harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de grano alimenticias son de grado único.

4. REQUISITOS

4.1 Los requisitos de las harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de grano alimenticias, deberán tener valores que no excedan de los siguientes límites:

Humedad 15,0 %

Cenizas 5,0 %

Acidez 0,15 %

4.2 Las harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de grano alimenticias se sujetarán además a los requisitos señalados en la Norma Técnica Nacional 205.040. Harinas Sucadaneas de la Harina de Trigo - Generalidades.

5. MUESTREO

5.1 Las muestras se extraerán de conformidad con lo prescrito en la Norma Técnica Nacional 205.027. Harina de Trigo para Consumo Doméstico y Uso Industrial.

6. MÉTODOS DE ENSAYO

6.1 La determinación del contenido de humedad (%) se efectúa de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica Nacional 205.037. Harinas - Determinación del Contenido de Humedad.

6.2 La verificación del contenido de cenizas (%) se efectúa de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica Nacional 205.038. Harinas - Determinación de Cenizas.

6.2.1 El tiempo de calcinación de las harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de grano alimenticias será de 12 horas como mínimo o hasta peso constante.

6.3 La determinación de la acidez (%) se efectúa de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica Nacional 205.039. Harinas - Determinación de la Acidez Titulable.

PERU NORMA TECNICA NACIONAL	HARINAS SUCEDANEAS PROCEDENTES DE LEGUMINOSAS DE GRANO ALIMENTICIO	ITINTEC 205.044 Febrero, 1976
<p>1. <u>NORMAS A CONSULTAR</u></p> <p>ITINTEC 205.027 Harina de Trigo para Consumo Doméstico y Uso Industrial.</p> <p>ITINTEC 205.037 Harinas - Determinación del Contenido de Humedad.</p> <p>ITINTEC 205.038 Harinas - Determinación de Cenizas.</p> <p>ITINTEC 205.039 Harinas - Determinación de la Acidez Titulable.</p> <p>ITINTEC 205.040 Harinas Sucedáneas de la Harina de Trigo - Generalidades.</p> <p>ITINTEC 205.041 Harinas - Determinación del Contenido de Grasas.</p> <p>ITINTEC 205.042 Harinas Sucedáneas - Determinación de Proteínas.</p> <p>ITINTEC 209.038 Norma General para el Rotulado de los Alimentos Envasados.</p> <p>2. <u>OBJETO</u></p> <p>2.1 La presente Norma establece las definiciones y especificaciones de las harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de grano alimenticias, destinadas a ser mezcladas con harina de trigo para emplearse en la elaboración de productos alimenticios.</p> <p>3. <u>DEFINICIONES Y CLASIFICACION</u></p> <p>3.1 <u>Harinas Sucedáneas Procedentes de Leguminosas de Grano Alimenticias.</u>- Son los productos provenientes de leguminosas de Grano Alimenticias, obtenidas mediante un proceso adecuado y molienda, aptos para ser mezclados con la harina de trigo con fines alimenticios.</p> <p>3.2 Estas harinas deben denominarse de la forma siguiente: Al término <u>harina</u> se le debe añadir el nombre de la materia prima de que proceda seguido del término sucedánea.</p>		
OFICIALIZADA R.D. No.096-76 ITINTEC DG/DN 76.02.24		3 Páginas.

REPRODUCCION PROHIBIDA.

7. ENVASE Y ROTULADO

7.1 Envase

7.1.1 El envase deberá cumplir con lo prescrito en la Norma Técnica Nacional 205.027. Harina de Trigo para Consumo Doméstico y Uso Industrial.

7.2 Rotulado

7.2.1 El rótulo deberá ajustarse a lo establecido en la Norma Técnica Obligatoria 209.038 Norma General para el Rotulado de los Alimentos Envasados, indicando especialmente:

7.2.1.1 Nombre del Producto.

7.2.1.2 Peso neto.

7.2.1.3 Lugar de producción.

7.2.1.4 La denominación Producto Peruano.

7.2.1.5 La marca del producto en caso de tenerlo.

* * * * *

ANEXO 07:

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA (IAA) E ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA (ISA)

Se determinaron los IAA e ISA en las harinas de acuerdo a la metodología por Anderson (1969). Esta análisis permite cuantificar la cantidadde agua incorporada a la harina y el porcentaje de sólidos solubles disueltos en agua a una temperatura de 30°C. Cada muestra de harina de 2.5 g en base seca, fue colocada en tubos de propileno de 50 ml previamente tarados y se adicionaron 40 ml de agua destilada. Los tubos fueron colocados en un baño maría con agitación a 30°C durante 30 minutos. Pasado este tiempo los tubos se centrifugaron a 3000 rpm durante 10 minutos. El sobrante se vertió cuidadosamente en vasos tarados para evaporarse en estufa a 105°C durante 24 horas y se pesó el residuo de la evaporación. Por otro lado, se determinó el peso del residuo de centrifugación por diferencia de peso de los tubos de propileno. El IAA se expresó como una relación del peso del residuo de la evaporación y el peso seco de la muestra. Para calcular los índices se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$IAA = \frac{\text{Peso del residuo de centrifugación}}{\text{Peso seco de la muestra} - \text{Peso del residuo de evaporación}}$$

$$\%ISA = \frac{\text{Peso del residuo de evaporación}}{\text{Peso seco de la muestra}} * 100$$

ANEXO 08:

Determinación del tamaño de partícula

Para determinar la granulometría de las harinas se utilizará los procedimientos y sugerencias de Bedolla y Rooney (2004). Se pesarán muestras de 100g. y se agitarán en el equipo de tamizado Ro – Tap durante 15 minutos, al término del tiempo se separa y se pesa las fracciones retenidas en las diferentes mallas. Las mallas a utilizar serán: 10, 12, 14, 30, 40, 60, 100. La correspondencia de valores en milímetros se muestra en la tabla 23.

Tabla 23. Tamaños de abertura de acuerdo al número de malla (mesh)

Malla o número de tamiz	Tamaño de apertura
14	1.41 mm
18	1 mm
20	0.841 mm = 841 μ m
30	0.594 mm = 594 μ m
40	0.419 mm = 419 μ m
60	0.250 mm = 250 μ m
80	0.178 mm = 178 μ m
100	0.150 mm = 150 μ m
120	0.125 mm = 125 μ m

Fuente: Bedolla y Rooney (2004)

El valor del porcentaje retenido en cada malla se determinó por la siguiente fórmula:

$$\%R_{mn} = \frac{100 * P_n}{PI}$$

Donde:

$\%R_{mn}$ = Porcentaje retenido en la malla n.

P_n = Peso del producto retenido en la malla n

n = Número de malla.

PI = Peso de la muestra inicial.

ANEXO 09:

RESOLUCION DE DESIGNACIÓN DE JURADO



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DECANATO



Calle Juan XXIII N° 391 LAMBAYEQUE - PERÚ

Ciudad Universitaria Teléf. 074 283633

DECRETO N° 604-2014-D-FIQIA
Agosto 21 de 2014

VISTO Y CONSIDERANDO:

El Expediente N° 1615-2014-FIQIA, presentado por la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, alcanzando el Acta de Designación de Jurado, correspondiente al Proyecto de Tesis denominado: "ELABORACION DE UNA MEZCLA ALIMENTICIA EXTRUIDA A BASE DE HARINA DE QUINUA (*Chinopodium quinoa* Willd), ARROZ (*Oriza sativa*) Y FRIJOL GANDUL (*Cajanus cajan*), SABORIZADO CON HARINA DE LUCUMA", elaborado por los bachilleres: DAVID HUMBERTO AGUIRRE TAFUR y YESSICA KAROL CALDERON MERA, de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de esta Facultad, con el asesoramiento del Ing. M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz, indicando en el que luego de realizada la designación, este quedó conformado por los señores docentes: Ing. Ada Patricia Barturén Quispe – Presidente, Ing. Luis Antonio Pozo Suclupe – Secretario e Ing. Renzo Bruno Chung Cumpa - Vocal, en conformidad al Oficio N° 247-2014-CGT/FIQIA;

Que, es necesario dar cumplimiento al Art. 25º del Reglamento de Grados y Títulos con la emisión del Decreto correspondiente;

En uso de las atribuciones que le confiere al Decano el Art. 36º del Estatuto vigente de nuestra Universidad;

SE DECRETA:

- 1º DESIGNAR como JURADO DEL PROYECTO DE TESIS denominado: "ELABORACION DE UNA MEZCLA ALIMENTICIA EXTRUIDA A BASE DE HARINA DE QUINUA (*Chinopodium quinoa* Willd), ARROZ (*Oriza sativa*) Y FRIJOL GANDUL (*Cajanus cajan*), SABORIZADO CON HARINA DE LUCUMA", presentado por los bachilleres: DAVID HUMBERTO AGUIRRE TAFUR y YESSICA KAROL CALDERON MERA, de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de esta Facultad, con el asesoramiento del Ing. M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz, indicando en el que luego de realizada la designación, este quedó conformado por los señores docentes:

- Ing. ADA PATRICIA BARTUREN QUISPE	- Presidente (habilitado)
- Ing. LUIS ANTONIO POZO SUCLUPE	- Secretario (habilitado)
- Ing. RENZO BRUNO CHUNG CUMPA	- Vocal (habilitado)

- 2º Los señores Miembros del Jurado así como los responsables de dicho Informe, deberán ajustarse a lo normado en el Reglamento de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la FIQIA.

- 3º Dar a conocer el presente Decreto a: Comisión Grados y Títulos, Oficina de Investigación, Miembros del Jurado e Interesados.

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE

Dr. CESAR A. MONTEZA ARBULÚ
DECANO

/iccr