

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



“OBTENCION DE SNACK DE MAIZ (*Zea mays*) ENRIQUECIDO CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) Y QUESO PROCESADOS POR EXTRUSION”

TESIS
PRESENTADO POR:

- Bach. BETTY LUZ MARINA ROJI ROSAS
- Bach. MARITZA LIZETH QUEA JUANITO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO - PERÚ

2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

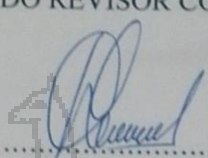
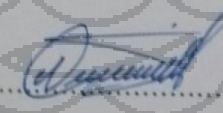
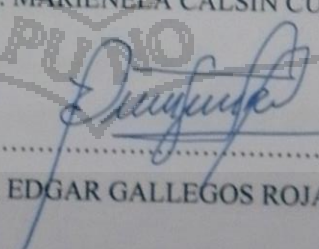
“OBTENCION DE SNACK DE MAIZ (*Zea maíz*) ENRIQUECIDO CON HARINA
DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) Y QUESO PROCESADOS POR
EXTRUSION”

TESIS
PRESENTADO POR:

- Bach. BETTY LUZ MARINA ROJI ROSAS
- Bach. MARITZA LIZETH QUEA JUANITO

PARA OPTAR EL TITULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

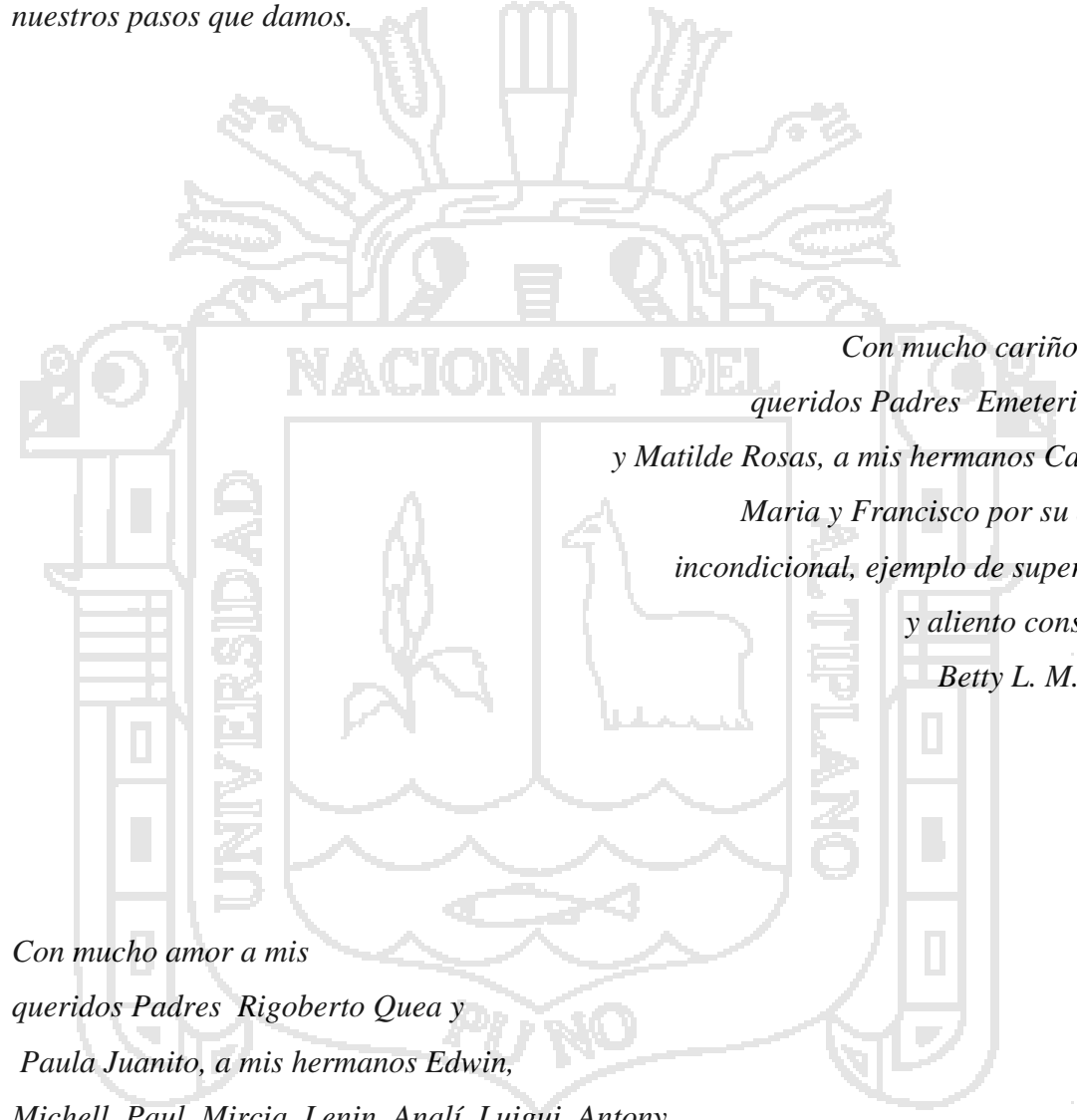
PRESIDENTE	:  Ing. M.Sc. FLORENTINO V. CHOQUEHUANCA CACERES.
PRIMER MIEMBRO	: Ing. M.Sc. ROGER SEGURA PEÑA
SEGUNDO MIEMBRO	:  Ing. MARIENELA CALSIN CUTIMBO
DIRECTOR DE TESIS	:  Ing. EDGAR GALLEGOS ROJAS

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

DEDICATORIA

*A Dios quien nos bendice y
acompaña y guía en cada uno de
nuestros pasos que damos.*



*Con mucho cariño a mis
queridos Padres Emeterio Roji
y Matilde Rosas, a mis hermanos Carmen,
Maria y Francisco por su apoyo
incondicional, ejemplo de superación
y aliento constante.*

Betty L. M. ROJI

*Con mucho amor a mis
queridos Padres Rigoberto Quea y
Paula Juanito, a mis hermanos Edwin,
Michell, Paul, Mircia, Lenin, Analí, Luigui, Antony
por su apoyo moral e incondicional que
me han dado en todo este tiempo,
quienes confiaron en mí.
Maritza L. QUEA*

AGRADECIMIENTO

A nuestro Creador, que derrama sus bendiciones en la vida de cada uno de nosotros y nos acompaña en el trayecto de nuestras vidas.

Nuestro más sincero agradecimiento y reconocimiento a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por haber contribuido en nuestra formación profesional universitaria a través de sus enseñanzas y consejos.

A nuestro director de tesis Ing. Edgar Gallegos, por su invaluable ayuda en todo momento.

A los miembros del jurado, Ing. M.Sc. Florentino V. Choquehuanca Caceres A, Ing. M.Sc. Roger Segura Peña e Ing. Marienela Calsin Cutimbo, por sus consejos y su orientación en la realización del trabajo de investigación.

Al jefe de la planta "EL ALTIPLANO S. A.", Juan Luis por su apoyo incondicional y comprensión en todo momento y al personal en general.

Al personal administrativo, por las facilidades brindadas en los laboratorios, bibliotecas, para la ejecución del presente trabajo.

A nuestras amigas, Antonieta, Pilar y sobre todo a Priscela y Fiorella por el apoyo y orientación que nos han brindado durante este tiempo.

INDICE GENERAL

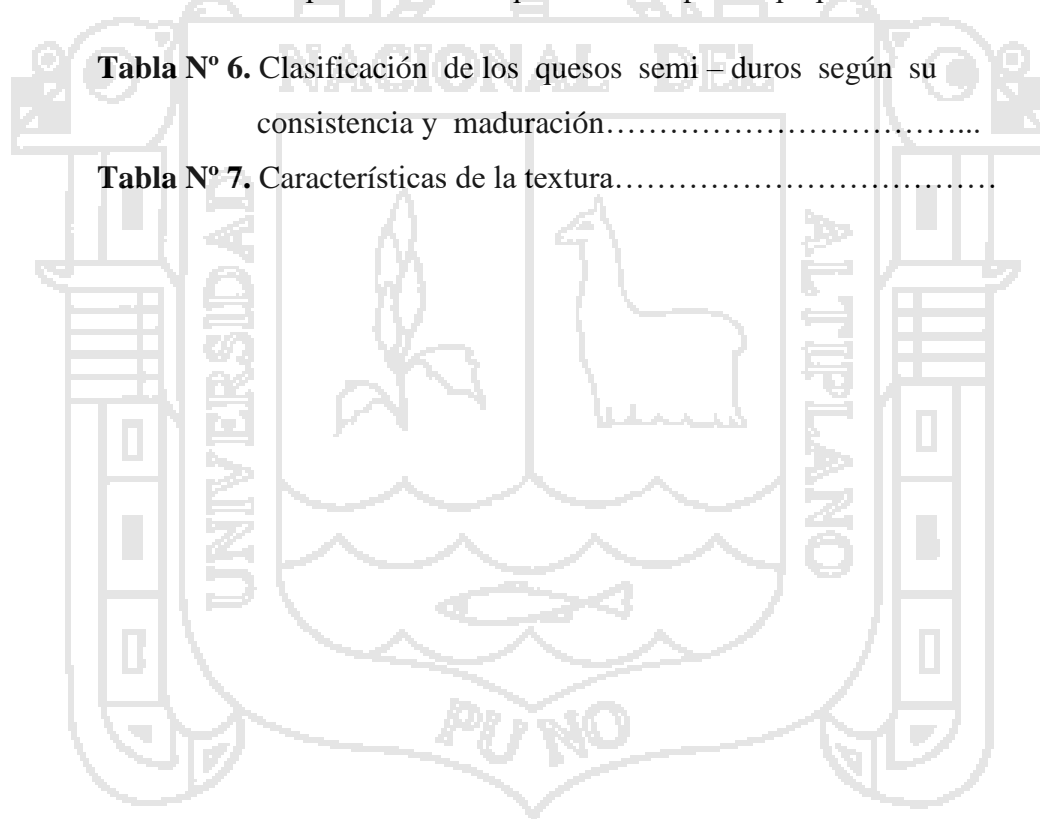
	Pág.
Índice de tablas	
Índice de figuras	
Índice de cuadros	
Índice de gráficos	
ANEXOS	
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	01
II. REVISION BIBIOGRAFICA	03
2.1. Snack	03
2.2. Maíz	03
2.2.1. Origen del maíz	03
2.2.2. Descripción botánica	03
2.2.3. Taxonomía	04
2.2.4. Valor nutricional y composición química	04
2.2.5. Variedades de maíz	05
2.2.6. Usos	05
2.3. Quinua	05
2.3.1. Origen del cultivo de quinua	06
2.3.2. Origen genético	06
2.3.3. Descripción botánica de la quinua	06
2.3.4. Sistemática de la quinua	07
2.3.5. Valor nutritivo de la quinua	08
2.3.5.1. Composición química y valor nutricional del grano de quinua	08
2.3.6. Comercio e industria de la quinua	10
2.3.6.1. Comercialización de la quinua	10

2.3.6.2. Industrialización de la quinua	10
2.4. Queso tipo paria	11
2.5. Extrusión	13
2.5.1. Proceso tecnológico de extrusión	15
2.5.2. Parámetros de calidad de extrusión	16
2.5.3. Tipos de cocido y extruido	16
2.5.4. Ventajas y desventajas del proceso de extrusión	17
2.5.4.1. Fenómenos y efectos del proceso de cocción extrusión	17
2.5.4.2. Efecto del proceso de extrusión sobre los alimentos	20
2.5.5. Futuro de la extrusión	21
2.5.6. Actualidad de los alimentos extruidos	21
2.5.7. Parámetros de extrusión	22
2.6. Extrusores	22
2.6.1. Elementos del extrusor	23
2.6.2. Clasificación de extrusores	24
2.6.2.1. Directo (desplazamiento positivo)	24
2.6.2.2. Indirecto (arrastre viscoso)	25
2.6.3. Ventajas del extrusor	25
2.6.4. Funciones de extrusores en la industria alimentaria	27
2.7. Textura	27
III. MATERIALES Y METODOS	30
3.1. Lugar de ejecución	30
3.2. Materiales y equipos	30
3.3. Metodología	32
3.3.1. Materia prima	32
3.3.2. Acondicionamiento	32
3.3.3. Proceso de extrusión	33
3.3.4. Envasado	33
3.3.5. Almacenamiento	33
3.4. Métodos de análisis	35
3.4.1. Análisis químico proximal	35
3.4.2. Análisis microbiológicos	37
3.4.3. Metodología de la textura instrumental TPA	38

3.4.4. Metodología de índice de expansión	39
3.4.5. Análisis sensorial	39
3.5. Diseño estadístico	40
3.5.1. Factores de estudio	40
3.5.2. Variables de respuesta	41
3.5.3. Matriz de diseño	41
3.5.4. Modelo matemático	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	44
4.1. Textura	44
4.2. Índice de expansión	46
4.3. Evaluación sensorial	49
4.3.1. Análisis de varianza para preferencias de color	50
4.3.2. Análisis de varianza para preferencia de sabor	50
4.3.3. Análisis de varianza para preferencia de textura	51
4.4. Análisis químico – proximal	52
4.4.1. Humedad	52
4.4.2. Cenizas	53
4.4.3. Proteínas	53
4.4.4. Grasa	53
4.4.5. Fibra	53
4.4.6. Carbohidratos	53
4.5. Análisis microbiológico	54
V. CONCLUSIONES	55
VI. RECOMENDACIONES	56
VII. BIBLIOGRAFIA	57

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1. Composición química del maíz amarillo.....	4
Tabla N° 2. Composición química de la quinua contenido en 100g. de la parte comestible.....	8
Tabla N° 3. Contenido de aminoácidos en g/100g de proteínas.....	9
Tabla N° 4. Contenido de minerales en quinua.....	9
Tabla N° 5. Propiedades físico químicas del queso tipo paria.....	12
Tabla N° 6. Clasificación de los quesos semi – duros según su consistencia y maduración.....	13
Tabla N° 7. Características de la textura.....	29



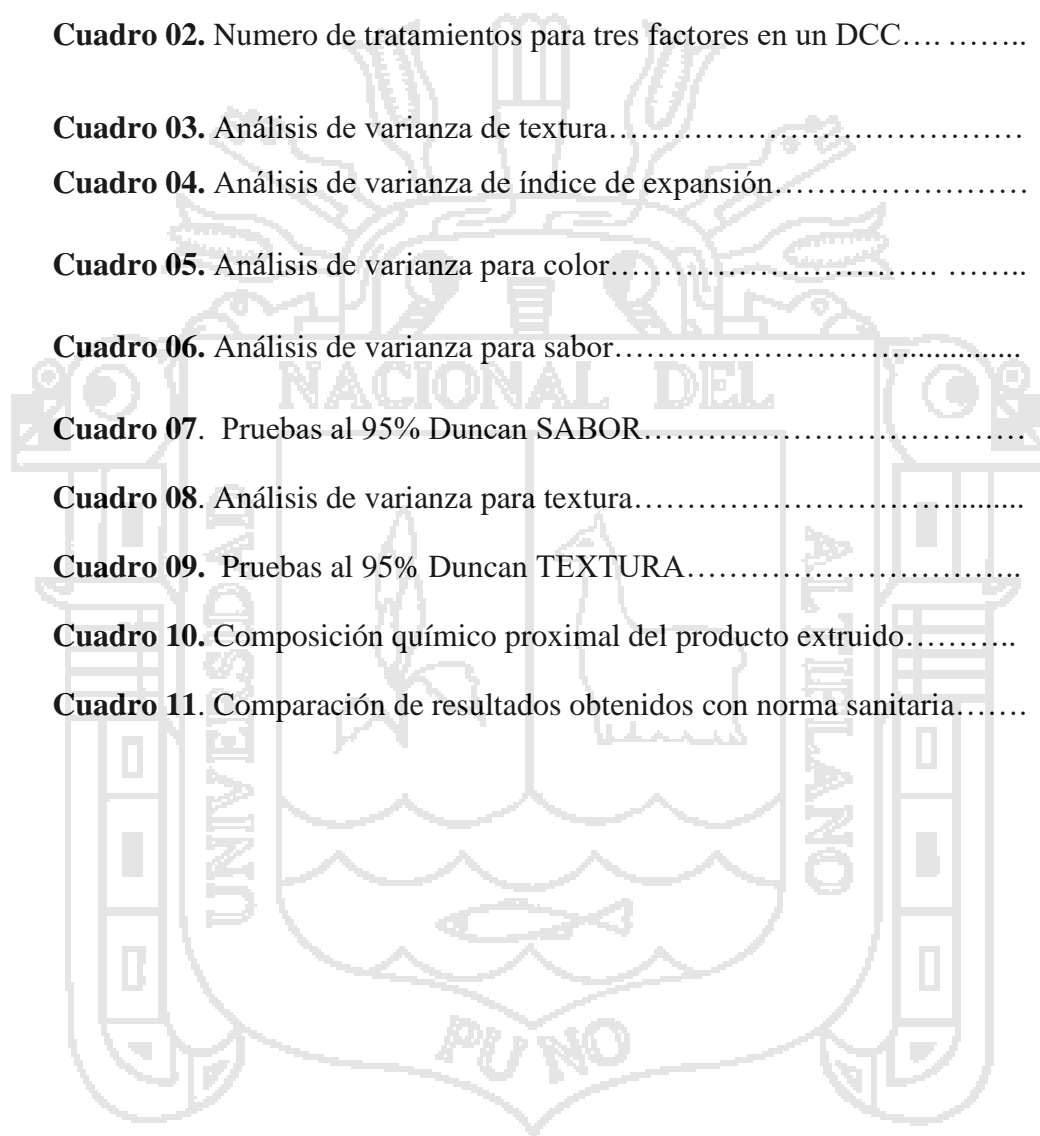
INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Sección longitudinal media del grano de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd).....	7
FIGURA 2. Diagrama de flujo de extruidos de maiz (<i>Zea Maiz</i>) enriquecidos con harina de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> willd.) y queso.....	34
FIGURA 3. Medidas de la celda Otawa.....	39



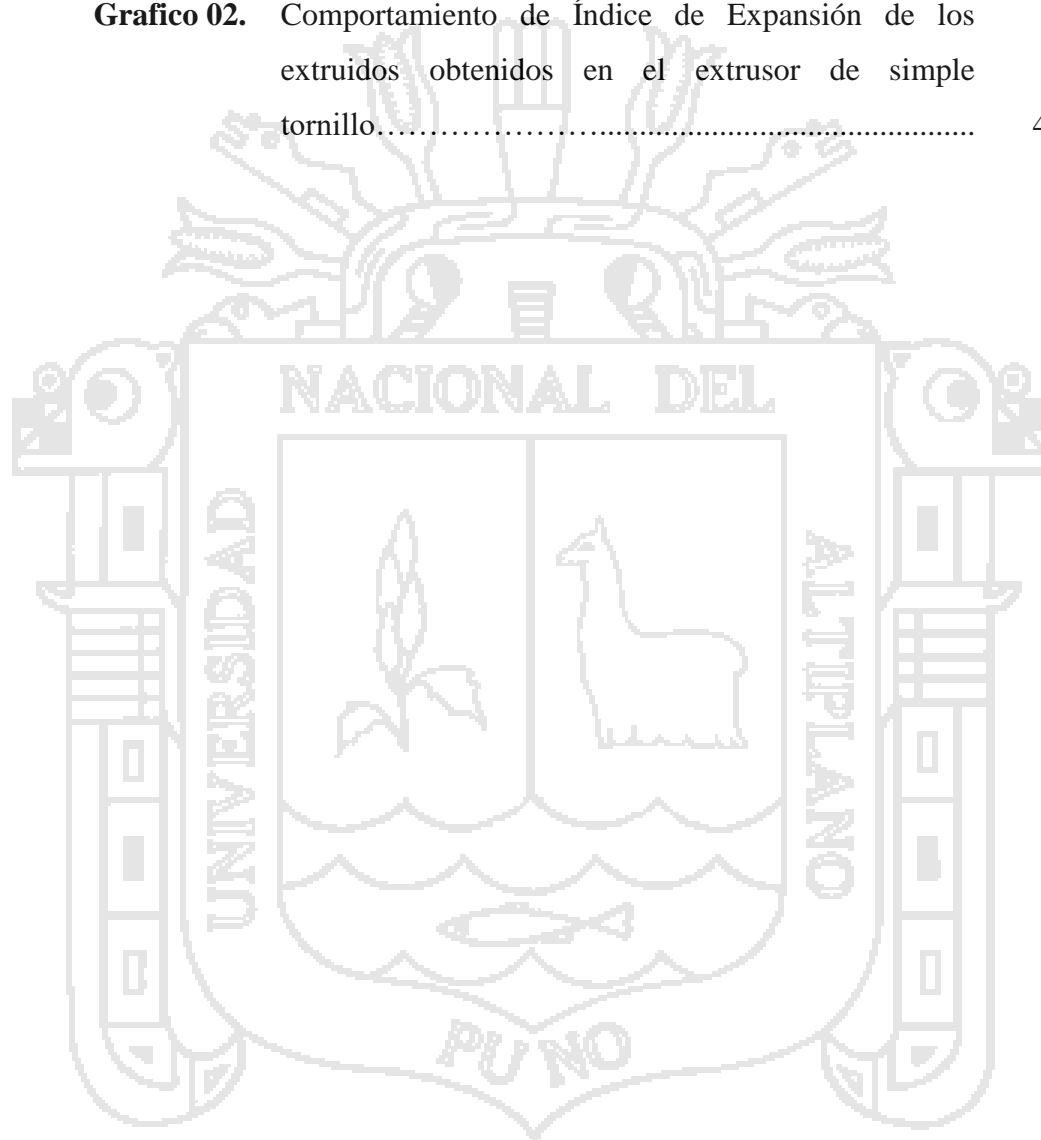
INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01. Cinco niveles de Diseño central Compuesto (DCC).....	40
Cuadro 02. Numero de tratamientos para tres factores en un DCC.....	42
Cuadro 03. Análisis de varianza de textura.....	44
Cuadro 04. Análisis de varianza de índice de expansión.....	47
Cuadro 05. Análisis de varianza para color.....	50
Cuadro 06. Análisis de varianza para sabor.....	50
Cuadro 07. Pruebas al 95% Duncan SABOR.....	51
Cuadro 08. Análisis de varianza para textura.....	51
Cuadro 09. Pruebas al 95% Duncan TEXTURA.....	51
Cuadro 10. Composición químico proximal del producto extruido.....	52
Cuadro 11. Comparación de resultados obtenidos con norma sanitaria.....	54



INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 01. Comportamiento de la Textura de los extruidos obtenidos en el extrusor de simple tornillo.....	46
Grafico 02. Comportamiento de Índice de Expansión de los extruidos obtenidos en el extrusor de simple tornillo.....	48



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Planta de Servicios Agroindustriales "El Altiplano S.A" ubicada en la ciudad de Juliaca, departamento Puno y en los laboratorios de análisis físico químico y microbiológico de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano Puno. Los objetivos fueron determinar los niveles de enriquecimiento que genere una textura aceptable (suavidad), del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso, determinar el índice de expansión de los diferentes niveles de enriquecimiento del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso y determinar la aceptabilidad sensorial del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso.

En las pruebas experimentales se utilizó quinua variedad blanca de Juli (perlada), maíz variedad la valle (gritz) y queso tipo paria (seco). Se estableció trabajar la harina de quinua en el rango de 10 a 50 g., gritz de maíz de 50 a 100 g. y queso de 1 a 5 g., parámetros que fueron adoptados por criterio de los investigadores. Las pruebas se desarrollaron en un extrusor de tornillo simple o monotornillo a una temperatura del cilindro de extrusión de 150 °C, obteniéndose un total de 60 observaciones. El experimento utilizó un arreglo factorial bajo un diseño central compuesto (DCC), con 20 tratamientos y 3 repeticiones. Luego de la ejecución del estudio se llegó a las siguientes conclusiones el nivel de enriquecimiento con 49,9405 g, 49,9413 g, 3.68633 g, de harina de quinua, gritz de maíz y queso respectivamente, nos da una textura aceptable, con una humedad de 18% a una temperatura de extrusión de 150 °C, el índice de expansión del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso de textura aceptable es de 4.13203, el snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso, es la más preferida por los jueces no entrenados (niños 11 años) a través del análisis sensorial, la composición química del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso tuvo una humedad de 6.91 %, ceniza 1.87 %, grasa 5.62 %, fibra 7.34 %, carbohidratos 56.87 % y una proteína de 18.02 %, siendo un producto de alto contenido protéico y apto para su consumo.

I.- INTRODUCCION

En la actualidad la seguridad alimentaria es la principal preocupación de la humanidad, dando prioridad al uso de especies nativas de alto valor nutritivo, a fin de disminuir la dependencia y prevenir las consecuencias de una deficiente nutrición, principalmente en los niños. Por tal motivo se debe buscar otros productos transformados, haciendo uso de la tecnología disponible, a fin de obtener productos nutritivos de consumo inmediato, carentes de toxicidad y de fácil manipuleo.

Es bien conocida la importancia que entre los cultivos andinos tiene la quinua y entre los cereales el maíz en la alimentación habitual de los pobladores de gran parte de Latinoamérica; el uso de la mezcla quinua-maíz como en bocaditos, botanas, palitos o snacks masificaría el consumo de los mismos por obtenerse un gran número y variedad de estos productos que además de ser divertidos y acompañar un momento agradable sirve para complementar parcialmente los refrigerios. A las características anteriormente mencionadas van aparejadas de un gran aporte protéico.

Los alimentos obtenidos por extrusión han ido ganando importancia en las últimas décadas. Los cereales listos para comer y la pasta son los productos que en mayor medida sea utilizado la extrusión en las últimas etapas de su procesado. Mujica *et. al*, (2006), señalan que el proceso de extrusión de la mezcla quinua-maíz a alta temperatura en corto tiempo (HTST) no afecta la calidad nutricional ni organoléptica, es decir, el computo químico o score proteico se mantienen casi estables en relación a la materia granular no extruida, además, se obtiene un producto alimenticio aséptico y aceptable por el consumidor.

En consecuencia, con el propósito de contribuir a una mayor difusión de conocimientos para aprovechar de mejor manera este tipo de tecnología, se plantea el siguiente trabajo titulado: " Obtención de Snack de maíz (*Zea mays*) enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) y queso procesado por extrusión", siendo los objetivos planteados:

- Determinar los niveles de enriquecimiento que genere una textura aceptable

(suavidad), del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso.

- Determinar el índice de expansión de los diferentes niveles de enriquecimiento del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso.
- Determinar la aceptabilidad sensorial del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso.



II.- REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1.- SNACK

Snacks, es un término americano difícil de definir, podría ser traducido como "pequeña comida" o "comida ligera" y debe cumplir varias condiciones como ser fácil de manipular, listo para comer, ración individual y lo más importante, debe satisfacer el hambre por un momento (Van, 1989).

El proceso industrial para obtener los snack es la extrusión-cocción a alta temperatura y presión por corto tiempo (HTST) y es uno de los procesos tecnológicos de mayor versatilidad para la elaboración de productos alimenticios a partir de cereales (Van, 1989).

2.2.- MAIZ

2.2.1.- ORIGEN DEL MAIZ

El origen del maíz podría encontrarse en Sudamérica y que el centro principal de dispersión radica en algún lugar del altiplano del Perú, Ecuador y Bolivia; sin embargo, la evidencia de los hallazgos arqueológicos de polen, mazorcas y granos de maíz en México indica que el maíz se originó en el valle central del mismo (Llanos, 1984).

El maíz es una planta originaria de los andes, probablemente de los andes Peruano, cultivada desde tiempo remotos por los antiguos peruanos (Espinosa, 1988).

2.2.2.- DESCRIPCION BOTÁNICA

El maíz tiene una raíz fasciculada fibrosa, presenta además raíces zancos que le sirven de sostén a la planta; el tallo herbáceo y está formado por entrenudo separados por nudos visibles, siendo parte medular jugosa y rica en azúcar, las hojas son simples alternas, envainada, lineales, lanceoladas, de bordes enteros, paralelinerviados, en la unión de la vaina y el limbo tiene una lámina membranosa llamada "lígula"; por sus características morfológicas es una planta monoica cuyo grano es un carióspside (Gandarillas, 1979).

2.2.3.- TAXONOMÍA

Espinosa (1988), señala que el maíz pertenece a:

REYNO	: Vegetal
DIVISION.	: Fanerogama
CLASE	: Monocotiledonea
FAMILIA	: Graminea
GENERO	: Zea
ESPECIE	: Zea mays

2.2.4.- VALOR NUTRICIONAL Y COMPOSICION QUIMICA

El maíz es un alimento fuertemente energético, aproximadamente tiene 321 cal por 100g. de materia comestible además contiene 8% de proteínas y es deficiente en lisina y triptófano. La composición química del maíz amarillo se presenta en la Tabla N° 1.

Tabla N°1: Composición química del maíz amarillo

COMPONENTES	CONTENIDO EN 100g. DE PARTE COMESTIBLE	
	Base húmeda	Base Seca
Calorias	321,00 kcal	
Água	16.10%	
Proteína	8.30%	9.90%
Extractoetéreo	1.10%	1.31%
Carbohidratos	69.40%	82.82%
Fibra	3.80%	4.53%
Cenizas	1.20%	1.43%
Cálcio	6,00 mg.	
Fósforo	26,70 mg.	
Hierro	1,70 mg.	
Caroteno	0,02 mg.	
Tiamina	0,30 mg.	
Riboflavina	0,16 mg.	
Niacina	3,25 mg.	

FUENTE: Ministerio de salud. Instituto Nacional de Nutrición (1996).

2.2.5.- VARIEDADES DE MAIZ

Las variedades que son motivo de mayor número de trabajos son el maíz chala, maíz amarillo, maíz choclo, maíz amiláceo; especialmente para la industrialización y

obtención de colorantes, el desarrollo de variedades de alto valor nutritivo como el maíz opaco (Villacorta, 1988).

2.2.6.- USOS

El maíz es utilizado desde tiempos remotos, siendo el amiláceo el de mayor importancia en la alimentación, ya que está muy difundido su consumo especialmente en platos típicos como cancha, mote y tamales. El maíz amarillo duro en el país es requerido tanto para la alimentación animal, especialmente de aves, así como para la industria del aceite, del almidón, del gritz para snack. El gritz es el maíz sin germen, partido y es muy utilizado para la elaboración de bocaditos expandidos o extruidos (Villacorta, 1988).

2.3.- QUINUA

La quinua (*Chenopodium quínoa* willd.), es una planta anual, cuyos granos son ricos en proteínas y minerales como el fósforo, potasio y el calcio. Es apreciado por su gran riqueza proteica de 14 a 18 %. Sin embargo el sabor amargo producido por la saponina, que se encuentra en el epispermo de la semilla, limita en cierto grado su consumo, es fuente de aminoácidos esenciales (lisina, triptófano, metionina, valina, treonina, etc.) (Repo Carrasco, 1998).

La quinua es una planta muy antigua del área andina, su cultivo data de 5000 años a.c. los incas reconocieron desde muy temprano su alto contenido nutricional. En la actualidad la quinua se cultiva en Perú, Bolivia y en algunas zonas de Colombia, Ecuador, Chile y Argentina. La quinua, es una planta cuyo periodo vegetativo varía de 150 a 240 días. Se adapta muy bien a diferentes condiciones ambientales y por eso se puede cultivar desde 0 hasta los 4000 msnm (Mujica, 1996).

2.3.1.- ORIGEN DEL CULTIVO DE LA QUINUA

La quinua fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles, a pesar de constituir un alimento básico de la población en ese entonces (Mujica, 1996).

El centro de origen del cultivo de la quinua son los Andes del Perú y Bolivia y que de allí fue llevada al Norte, hasta Colombia y hacia el Sur hasta Chile (Bukasov y Mendoza, 1990).

2.3.2.- ORIGEN GENÉTICO

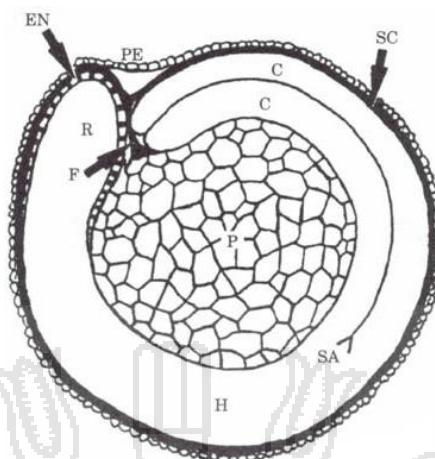
La quinua es un alotetraploide, en cuyo origen han intervenido más de una especie, también encontró que el color de grano rojo y amarillo se heredan en una relación mendeliana simple, en cambio el negro y el café, se expresan debido a genes complementarios. Estos genes provendrían de más de una especie diploide, las cuales al cruzarse dieron origen a la quinua cultivada (Gandarillas, 1979).

2.3.3.- DESCRIPCION BOTANICA DE LA QUINUA

El fruto de la quinua es un aquenio; el perigonio cubre una sola semilla y se desprende con facilidad al frotarlo; sin embargo el pericarpio del fruto esta adherido a la semilla, presentando alveolos y en algunas variedades se puede separar fácilmente. En el pericarpio se encuentra la saponina, compuesto que le transfiere sabor amargo a la quinua. Las principales partes del fruto son: la cubierta externa (perianto y capas de células), el epispermo y el embrión, cuando la quinua es cosechada, el fruto cae de la planta encerrado en el perianto. Las células débiles adheridas al perianto son fácilmente removidas por lavado y restregado en agua hasta exponer la superficie suave de color amarillo pálido del pericarpio (Tapia, 1997).

El pericarpio consiste en una capa compacta y de densa de células de alrededor de 10um de espesor, debajo del pericarpio existen dos capas que cubren la semilla. Una de las capas tiene alrededor de 20u de espesor y contiene gránulos poligonales de almidón y cuerpos de electrones densos, la segunda cubierta de la semilla está ligada al perisperma, tiene 3u de espesor que puede ser la cutícula (Tapia, 1997).

Figura 1. Sección longitudinal media del grano de quinua (*Chenopodium quínoa* Willd) (Tapia, 1997).



PE: Pericarpio, SC: Cubierta de la semilla, EN: Endospermo; C: Cotiledones, H: Hipocotilo; SA: Ápice del meristemo; R: Ridícula, P: Perisperma; F: Funículo

2.3.4.- SISTEMÁTICA DE LA QUINUA

Tapia (1997), publica que según la clasificación propuesta por el científico Alemán Luis Christian Willdenow, es la siguiente:

REINO	: Vegetal
SUB REINO	: Phanerogamae
DIVISIÓN	: Angiospermae
CLASE	: Dicotyledoneae
SUB CLASE	: Archychlamydeae
ORDEN	: Centrospermales
FAMILIA	: Chenopodiaceae
GENERO	: Chenopodium
ESPECIE	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow

2.3.5.- VALOR NUTRITIVO DE LA QUINUA

2.3.5.1.- Composición química y valor nutricional del grano de quinua

El campo de la nutrición, a la quinua con un porcentaje significativo de proteína, entre un 11 a 20% y minerales. Las proteínas de la quinua tienen la característica de poseer un alto valor biológico, además su contenido de lisina y metionina es adecuado y cobra

particular interés cuando su consumo es combinado con alimentos de bajo contenido de aminoácidos azufrados (Fries, 1997).

La quinua es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que es nutricionalmente completo, es decir que presenta un adecuado balance de proteínas, carbohidratos y minerales, necesarios para la vida humana (Fries, 1997).

Tabla N° 2: Composición química de la quinua contenido en 100g. de la parte comestible

COMPONENTES	CONTENIDO (%)
Humedad	10.20
Proteína	12.00
Grasa	5.70
Carbohidratos	65.60
Fibra	3.60
Cenizas	2.90
Energía	360 (Kcal)

FUENTE: Collazos et, al. 1996

Tabla N°3: Contenido de aminoácidos en g/100g de proteínas

VARIEDAD	QUINUA ROSADA	QUINUA BLANCA	QUINA BLANCA DULCE
Proteína	12,5	11,8	11,4
Fenilalanina	3,85	4,05	4,13
Triptófano	1,28	1,30	1,21
Metionina	1,98	2,20	2,17
Leucina	6,50	6,83	6,88
Isoleucina	6,91	7,05	6,88
Valina	3,05	3,38	4,13
Lisina	6,91	7,36	6,13
Treonina	4,50	4,51	4,52
Arginina	7,11	6,76	7,23
Histidina	2,85	2,82	3,46

FUENTE: Collazos et, al. (1996). Tablas Peruanas de Composición de los alimentos.

Tabla N° 4: Contenido de minerales en el grano de quinua (materia seca).

MINERALES	GRANO DE QUINUA (mg/g MATERIA SECA)
Fósforo	387,0
Potasio	697,0
Calcio	127,0
Magnesio	270,0
Sodio	11,5
Hierro	12,0
Cobre	3,7
Manganeso	7,5
Zinc	7,8

FUENTE: Collazos *et. al.* (1996).

Una proteína es biológicamente completa cuando contiene todos los aminoácidos esenciales en una cantidad igual o superior a la establecida para cada aminoácido en una proteína de referencia o patrón. Las proteínas que poseen uno o más aminoácidos limitantes, es decir que se encuentran en menor proporción que la establecida para la proteína patrón, se consideran biológicamente incompletas, debido a que no puede utilizarse totalmente (FAO, 1985)

La calidad de la proteína de quinua mejora después del tratamiento térmico (cocción), obteniéndose una mejor concentración de aminoácidos y desapareciendo prácticamente los aminoácidos limitantes (FAO, 1985).

2.3.6.- COMERCIO E INDUSTRIA DE LA QUINUA

2.3.6.1.- COMERCIALIZACION DE LA QUINUA

La quinua en el departamento de Puno, se desarrolla a través de una cadena de intermediarios que originan grandes brechas entre los precios del productor y los consumidores. El almacenamiento se efectúa en habitaciones o pequeños cuartos de paredes de adobes, techo de calamina, usando esteras denominados “trojes” y en otros

casos sacos (bolsas). El transporte de los productos agrícolas de la chacra a las ferias semanales se realiza a lomo de bestias, carga humana y a través de camionetas o camiones (Reynoso, 1996).

2.3.6.2.- INDUSTRIALIZACION DE LA QUINUA

Cuando se habla de la industrialización de la quinua se debe incluir todos los procesos de acondicionamiento del grano que siguen a la trilla, incluyendo el limpiado. El grano andino industrializado, en la actualidad es consumido como: quinua perlada o escarificada, harina, galletas, fideos, hojuelas, expandidos, sémolas y otros (Lescano, 1994).

2.4.- QUESO TIPO PARIÁ

La definición admitida internacionalmente es la siguiente: “Queso es el producto fresco o madurado obtenido por coagulación y separación del suero de cualquiera de los siguientes productos: leche, nata, leche desnatada (total o parcialmente), suero de mantequilla o de una mezcla de cualquiera de ellos” (Madrid, 2001).

Entre los quesos artesanales, el queso fresco tipo prensado es el más conocido y popular en los andes, pero sin embargo debido a los problemas de contaminación y falta de información técnica fueron formando convenio de cooperación técnica con diferentes países principalmente Suiza, que vinieron a asesorar el producto andino. Es así como surge toda la variedad de quesos madurados entre ellos el queso andino. El queso paria un producto semiduro maduro, elaborado a base de leche cruda entera, reconstituida recombinada, estandarizada, pasteurizada o no, que presenta la pasta de textura firme y consistente de color blanco amarillento. Es un producto característico de los andes peruanos (André, 1989).

El queso paria-andino es el resultado de la concentración selectiva de la leche, en este proceso se elimina el agua y con ella parte de elementos solubles y proteínas no coaguladas que contiene la leche. Es una concentración de sólidos de la leche (Fellows, 1993).

El queso paria de sabor suave y color ligeramente amarillento se usa en la preparación de comida típica y en piqueos. Su corteza es corrugada, es un queso fresco que por su prensado tradicional en moldes de paja, tiene una apariencia rugosa; tiene una corteza delgada y su grado de sal depende de la zona de producción. Su elaboración tradicional se realiza a partir de leche pasteurizada a 36 °C, a la que se agrega el cuajo. En un plazo de cinco días la cuajada pasa por varios cortes, batidos, desuerados y lavados. Finalmente, se prensa y se deja madurar en salmuera por 10 a 15 días. La concentración de la salmuera, para 100 litros de leche es 2.7 kg de sal, disueltos en 3 veces su peso de agua. Luego de los 15 días, se prensa y se coloca en moldes de plástico o paja, que son los más tradicionales (Fellows, 1993).

Tabla N° 5. Propiedades físico químicas del queso tipo paria

PROPIEDADES DE QUESO TIPO PARIA	CONTENIDO
Humedad	37.46 %
Proteína	26.53 %
Grasa	25.53 %
Cenizas	5.65 %
pH	6.04 Ligeramente ácido

Fuente: Madrid (2001).

a) Propiedades y aportes nutricionales del queso tipo paria.

El queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche, excepto porque contiene más grasas y proteínas concentradas. Además de ser fuente proteica de alto valor biológico, se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo, necesarios para la remineralización ósea (Madrid, 2001).

Con respecto al tipo de grasas que nos aportan, es importante volver a señalar que se trata de grasas de origen animal, y por consiguiente son saturadas, las cuales influyen muy negativamente ante enfermedades cardiovasculares y la obesidad o sobrepeso. En cuanto a las vitaminas, el queso es un alimento rico en vitaminas A, D y del grupo B. Gracias a todos los nutrientes importantes que el queso nos aporta, debe estar presente en una dieta sana y equilibrada, aunque deberá ser consumido con moderación (Madrid, 2001).

Tabla N°6. Clasificación de los quesos semi-duros según su consistencia y maduración

CONSISTENCIA DE LA PASTA	TIPO DE MADURACIÓN	NOMBRE DEL QUESO
Quesos semi-duros	Madurados por bacterias lacticas	<ul style="list-style-type: none"> - Paria - Andino - Majes - Dambo - Edam

FUENTE: Madrid, (2001).

2.5.- EXTRUSIÓN

La extrusión es el proceso unitario termomecánico de cocción y secado a través de un equipo o extrusor para obtener un producto farineo extruido, en el pasado la tecnología de extrusión se usó para producir alimentos destinados a los animales. Los snack o bocaditos y extruidos originales se desarrollan a partir de maíz, trigo y arroz como cereales para desayuno, hoy en día la extrusión de alimentos para humanos es muy importante y ventajosa en la industria moderna de alimentos (Mujica *et.al*, 2006).

Los granos andinos por su calidad nutritiva, es una alternativa promisoriosa para cubrir deficiencias de mal nutrición especialmente para la población infantil, ancianos, madres gestantes y lactantes, por cuya razón el uso de quinua en extruidos es una opción para mejorar la dieta alimentaria. Los extruidos mejora significativamente la digestibilidad de los nutrientes (Mujica *et.al*, 2006).

Un extrusor es una máquina para moldear materiales por el proceso de cambio de presión y calor, un extrusor de alimentos, consiste en un tornillo de Arquímedes con las aletas helicoidales adheridas a su alrededor, con rotación corta, en una estrecha armadura cilíndrica encamisada (Mujica *et.al*, 2006)..

La extrusión es un proceso que combina diversas operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeo; viene del verbo extruir y se definen como: el moldeo de un material por forzamiento, a través de muchas aberturas de diseño especial, después de haberlo sometido a un previo calentamiento. Por eso, la extrusión en primer término se orientó al moldeo de materiales plásticos blandos que pasan a través

de un molde o dado de salida. Los principios básicos de la extrusión de alimentos están cercanamente relacionados a aquellos de la extrusión de polímeros sintéticos termoplásticos. No obstante, la naturaleza del material biológico con un comportamiento viscoso no newtoniano, marca una significativa diferencia. En la extrusión de plásticos, excepto en algunas reacciones de polimerización, la viscosidad generalmente disminuye cuando el polímero se funde; por el contrario, en la mayoría de los materiales biológicos la viscosidad se incrementa cuando se eleva la temperatura (Mujica *et.al*, 2006).

La extrusión de alimentos es un sistema de cocción de alta temperatura en corto tiempo (HTST) utilizado como medio de reestructurar material alimenticio con contenido de almidón y/o proteínas y de esta forma elaborar diferentes tipos de alimentos texturizados.

En este proceso, el alimento se somete a altas temperaturas, elevada compresión e intenso esfuerzo cortante (cizallamiento), en periodos cortos, las cuales producen entre otros los siguientes fenómenos: modificación de las características físicas, químicas y físico-químicas de las macromoléculas; ocurren fenómenos como la gelatinización y dextrinización del almidón, desnaturalización y/o texturización de las proteínas y la desnaturalización de partes de las vitaminas presentes (Mujica *et.al*, 2006).

El efecto de extrusión sobre el valor nutricional, depende del tipo de alimento, contenido de humedad, tiempo y temperatura de tratamiento, generalmente, la tecnología de extrusión permite obtener productos de calidad, es decir, minimizan la degradación o desnaturalización de los nutrientes, mejora la digestibilidad y destruye factores indeseables o anti alimentarios de los alimentos (Fellows, 1993).

Luque y Chaiña (2002), demuestran que el contenido de proteínas de la mezcla: quinua-kañihua-cebada-maíz-haba y soya, aumentan de 13.85 a 15.0 % en el producto extruido.

2.5.1.- PROCESO TECNOLÓGICO DE EXTRUSIÓN

Mujica (2006), menciona que los bocaditos o snacks, son extruidos obtenidos a partir de harinas o materia prima granulares previamente tratadas y sometidas a un

proceso. Los extruidos se generan a través de dos métodos: extruidos a baja presión y extruidos a alta presión, generalmente, el proceso de extrusión tiene la propiedad de gelatinizar el almidón, esto, mejora la aceptabilidad, digestibilidad y vida útil del producto elaborado. El proceso posee ventajas de funcionalidad versátil, alta productividad, bajo costo, productos de alta calidad, ahorro de energía, producción de nuevos alimentos y menos superficie para instalación de infraestructura industrial (Morgan, 1986; citado por Ccopa, 2000).

El efecto unitario termomecánico de extrusión sobre los alimentos se expresan satisfactoriamente a nivel nutricional y organoléptico. Las proteínas mejoran su digestibilidad por activación de enzimas (proteasa), en cambio los carbohidratos (almidón y complejo amilasa lípidos) se gelatinizan; la fibra dietética se degrada, pero, reduce la disponibilidad de vitaminas, sin embargo, los lípidos (mono glicéridos y ácidos grasos) se reducen y son menos utilizados, las vitaminas se reducen mínimamente. Básicamente, las características organolépticas de un producto extruido son ventajosas y aceptables por el consumidor.

El extruido de alimentos se obtiene a través de máquinas, estas, poseen características termomecánicas unitarias funcionales, morfológicas y de costos variables, inherentes a cada equipo extrusor. Generalmente, los extrusores realizan las siguientes funciones: mezclar y homogenizar materias primas, cocción del producto, generar texturas, crear formas y secar (deshidratar) el producto (Mujica, 2006).

Fellows (1993), menciona que el proceso integral de extrusión de alimentos se hace a alta temperatura en corto tiempo (HTST). Fundamentalmente, el proceso unitario termomecánico combina los siguientes fenómenos:

- a) Modificación de características físicas y químicas de las macromoléculas, es decir, ocurre la gelatinización y dextrinización del almidón, texturización de proteínas y desnaturalización parcial de vitaminas.
- b) Fusión y plastificación del insumo alimenticio, o sea, las partículas cambian de granular a amorfo, luego, a una masa plástica viscosa y uniforme.
- c) Tendencia a la orientación de moléculas en dirección del flujo de masa.

- d) Expansión del insumo alimenticio por evaporación instantánea de humedad.

2.5.2.- PARAMETROS DE CALIDAD DE LA EXTRUSIÓN

El proceso de extrusión modifica las características físicas y químicas del producto a extruir, o sea, el alimento posee otros niveles de valor nutricional y organoléptico. Durante el extruido de quinua, los parámetros de calidad a controlar son:

Índice de expansión (EI).- Es la relación de diámetro del producto y el dado del equipo extrusor. Romero et al (1985) sostiene, que esta relación se calcula a través de la ecuación:

Índice de expansión= *diámetro promedio de muestra (cm)/ diámetro matriz de salida (cm)*.

Humedad.- La hidratación de la mezcla sometida a extrusión deberá ser al 15 % (Mujica, 2006).

2.5.3.- TIPOS DE COCIDO Y EXTRUIDO.

Morgan (1986), menciona dos formas de cocido de la masa para obtener bocadillos inflados:

- a) Cocido y extruido 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 algunos diseños a través del tornillo, mientras que genera calor adicional por el trabajo desarrollado en la masa. Se controla 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 sea extruido.

- b) Cocido y extruido alta presión

Este procedimiento requiere elevar la temperatura de la masa amilácea, sobre los 100°C La energía es proporcionada a través de la chaqueta y por fricción interna. La compresión de la masa plástica dentro de la cámara mediante la reducción gradual del

tornillo previene la vaporización del contenido de agua. La máquina representa una resistencia al flujo del extruido que sale del extrusor.

Conforme se abre la cantidad de orificios la presión decae. El incremento de las revoluciones por minuto, del extrusor aumentará la presión.

2.5.4.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN

El sistema de extrusión es capaz de procesar materias primas a elevadas o bajos niveles de humedad, con tornillos y cabezas designadas para encontrar cortes y requerimientos de residencia del tiempo. Los extrusores trabajan a alta temperatura y la residencia de la masa en el extrusor es pequeña, tal motivo llamaremos extrusores a altas temperaturas y corto tiempo (HTST). Los mensajes de este descubrimiento trajeron a la industria alimentaria, que es posible emplear el calor para el propósito de alcanzar seguridad alimentaria y estabilidad de las propiedades funcionales. Esto es exactamente lo alcanzado por el extrusor (HTST) (Schuler, 1986).

2.5.5.- FENÓMENOS Y EFECTOS DEL PROCESO DE COCCIÓN EXTRUSIÓN

2.5.5.1. Fenómeno de expansión en productos extruidos

El fenómeno de la expansión está dada por el proceso de caída de presión (es cuando un flujo fluye por una tubería con flujo laminar en estado estacionario, por lo tanto existe un cambio de un estado a otro), que involucra una repentina transferencia de partículas de vapor sobre calentando dentro de un espacio a baja presión (Charley, 1999).

El fenómeno de la expansión resulta básicamente del esparcimiento incrementado por el vapor de agua, en donde la partícula es limitada en su estado de ensanchamiento por la operación unitaria de deshidratación, como consecuencia de la rápida difusión de vapor de agua fuera de ella. La expansión depende de la gelatinización del almidón, después de que el vapor se ha liberado de la masa expandida, las cubiertas huecas se secan y forman una pared tridimensional.

El fenómeno de expansión en productos extruidos está determinado por el contenido de amilopectina y anulosa en el producto (Charley, 1999).

2.5.5.2. Efecto del proceso de extrusión en la masa alimenticia.

a). Efecto del tornillo

La mayor transformación molecular de los ingredientes crudos preacondicionados alimentados al tornillo, afecta finalmente la textura de los productos extruidos, ocurre dentro del tornillo de extrusión. Las adiciones de energía como calor añadido por la disipación viscosa de la energía mecánica, transforman los ingredientes de alimentación de un estado granular a un continuo material plástico viscoso. La fricción es muy alta y puede hacer que el daño mecánico sobre las moléculas sea grande. Las moléculas desnaturalizadas alineadas tienen el potencial para crear estructuras con nuevo cruce de enlaces intermoleculares que expande para dar texturas variables (Charley, 1999).

El cruce de enlaces entre el enlace electroestático, el hidrógeno covalente, y sitios de enlace iónicos están próximos durante la alineación. Las moléculas de alimentos tienen dificultad al alinearse en el flujo viscoso y como resultado, son susceptibles a ser fraccionadas y por tanto a ser dañadas (Charley, 1999).

El tornillo de extrusión con filetes profundos y larga longitud, aumenta el tiempo de resistencia, provocando daño en el estado nativo de moléculas. El daño producido al almidón o a las moléculas proteicas reducirá su capacidad para formar una pasta elástica capaz de dar textura con un buen índice de expansión después de haber deslizado por el dado (Charley, 1999).

El control de temperatura y tiempo son importantes en la condición de la pasta justamente detrás del dado y en la expansión final del producto. Los métodos utilizados para controlar la temperatura, fricción y el esfuerzo durante el proceso de extrusión, estos incluyen cambiar el contenido de humedad y temperatura de los materiales de alimentación. Los materiales con bajo contenido de humedad requieren más energía mecánica para fluir (Charley, 1999).

El control de flujo de alimentación también es necesario. Cuando el tornillo está parcialmente lleno, el flujo de presión puede ser proporcionalmente más significativo, causando desincremento de la circulación del canal y causando un mayor daño mecánico en las moléculas del alimento. El incremento de la razón de compresión y de la velocidad

del tornillo aumenta la fricción y el daño mecánico a las moléculas del alimento (Charley, 1999).

b). Efecto del dado

Los efectos del dado son considerados independientemente del tipo del extrusor utilizado para formar la pasta. La configuración de la matriz influye en la forma del extruido y en la textura. La matriz con varios orificios reducirá los requisitos de contrapresión, creando una superficie del producto más suave y causando un menor daño mecánico a la masa extrudida (Charley, 1999).

Una matriz que tiene un cambio transversal rugoso y una corta longitud de salida, hará que un alimento sufra daños mecánicos de considerable magnitud. La alta fricción en la matriz causa la reducción en el tamaño molecular, resultando productos suaves con poros más pequeños (Charley, 1999).

c). Efecto sobre la textura

Gómez y Aguilera (1984), describieron un proceso en el que se produce daño mecánico por fricción mientras que la aplicación de calor y humedad contribuyen a la pérdida de la cristalinidad. Cuanto más bajo es la cantidad de humedad será más alta la viscosidad y el daño mecánico. El alimento extruido tiene una humedad baja. Las moléculas grandes del almidón y proteína están desnaturalizadas y alineadas a lo largo de la corriente de flujo laminar en el extrusor. A temperaturas elevadas, estas moléculas se enlazan para formar estructuras capaces de expandir cuando salen del extrusor.

El cruce de enlaces entre moléculas adyacentes afecta la resistencia de la estructura formada, y posibilita la degradación durante el procesamiento y consumo. Los enlaces de hidrógeno y hidrofobitos débiles pueden ser alterados fácilmente con el agua, mientras los enlaces covalente e iónicos resisten a la disrupción para retener la textura del producto. El daño producido por fricción inducida a grandes moléculas del alimento reduce su capacidad para expandir, aumenta su solubilidad en agua y reduce la funcionalidad.

Algunas características de los cereales modifican la textura del producto obtenido. A continuación se presenta un análisis de ellas:

- Desde el punto de vista de la textura, el gluten es el componente estructuralmente

importante de las proteínas, confiere las propiedades de elasticidad y retención de gas. Durante la cocción por extrusión hay un marcado aumento en el volumen del gluten; las proteínas son desnaturalizadas y los filamentos proteínicos son estirados mientras conserva su estructura básica similar a un enrollamiento.

La tendencia a encogerse de la condición prolongada es alcanzada en el momento en que las proteínas pasan a través de la boquilla.

- En productos eximidos, el aumento de la cantidad de grasa reduce la temperatura de extrusión.

2.5.6. EFECTO DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN SOBRE LOS ALIMENTOS

a). Efecto en las características organolépticas

Las condiciones HTST de la extrusión en caliente apenas si afectan al color y el bouquet de los alimentos. El color de muchos alimentos eximidos 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 debida a la expansión, a un tratamiento térmico excesivo, o a reacciones que se producen con las proteínas, los azúcares reductores, o los iones metálicos, constituye a veces un problema para la extrusión de algunos alimentos. En la extrusión en frío, entre los ingredientes añadidos a la materia prima se incluye 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 se pueden utilizarse 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 (Fellows, 1993).

2.5.7.- FUTURO DE LA EXTRUSIÓN

Las características de la tecnología de la extrusión hacen que se pueda augurar un futuro prometedor. Debe tenerse en cuenta que su nacimiento se produjo hace 18 años y que su empleo actual es enorme. Se conoce ampliamente el consumo de cereales para desayuno o snacks hechos por extrusión. De otro lado, los centros de investigación agroalimentaria más importantes del mundo poseen instalaciones con extrusoras de laboratorio de piloto, para simular una producción industrial, donde estudian el comportamiento de diferentes materias primas según los innumerables tratamientos posibles de extrusión, de esta manera

poder responder a los retos que en materia de alimentación tenemos planteados (Harper, 1981).

2.5.8.- ACTUALIDAD DE LOS ALIMENTOS EXTRUIDOS

La extrusión puede sustituir cualquier proceso tradicional que necesite de un tratamiento térmico y mecánico a la materia que se trabaja. La mayoría de los productos obtenidos por extrusión tienen algunas características particulares comunes, como la densidad, la extrusora determina una gran ligereza de los productos, tales como los aperitivos snacks, los cereales para desayuno o los piensos. En cualquier caso, ya sea para alimentación humana o animal, se puede obtener productos equilibrados desde el punto de vista nutricional, pues podemos fabricar alimentos que, sobre la base de los hidratos de carbono, tienen proteínas y grasas en proporciones considerables, pudiendo aportar, después de la cocción aquellas vitaminas que se deseen (Schuler, 1986).

2.5.9.- PARÁMETROS DE EXTRUSIÓN.

Fellows (1993), menciona que en condiciones normales de funcionamiento los parámetros de control durante el proceso de extrusión en un extrusor de cocción de elevada fuerza de cizalla es:

- Temperatura : 149 °C
- Velocidad : 450 rpm
- Humedad de procesamiento : 12 a 17 %
- Presión : 2 atm.
- Tiempo (permanencia en la maquina) : 5-90 seg.

2.6.- EXTRUSORES

En las últimas décadas la tecnología ha introducido nuevas técnicas de cocción para reemplazar o modificar las tradicionales y dentro de esas nuevas técnicas, la cocina de extrusión ocupa un lugar promisorio.

La extrusión de alimentos cobro importancia, cuando se comenzó a extruir fideos y pastas, aunque los extrusores de pastas no cocinan sino que solo dan forma. El uso del

sistema de extrusión para la obtención de snack, extruidos o soplados está en muy creciente desarrollo (Morgan, 1986).

El snack original fue el pop corn o polenta de maíz, el trigo soplado, arroz y maíz soplado obtuvieron su primer éxito como cereales de desayuno, utilizando para tal fin, dispositivos similares a la extrusión de pellets de alimento para ganado, a partir de este principio ha sido desarrollado el equipo para la producción de bocaditos (Morgan, 1986).

Los primeros extrusores usados en alimentos fueron originalmente diseñados para materiales plásticos, estos han sido largamente estudiados. La extrusión de materiales plásticos, es considerada como sistema homogéneo, en cambio en la extrusión de los alimentos es considerado como sistemas complejos y heterogéneos. Más aun el alimento no se funde como lo hace un material plástico, sino que sufre cambios irreversibles dependientes del tiempo, tal como es la gelatinización del almidón (Cantarell y Peri, 1983).

Posteriormente aparecieron los extrusores, estos calientan el material por medio de disipación térmica de la energía mecánica aplicada al extrusor. En muchos casos se incorporan energía térmica por medio de camisas de calefacción a vapor eléctrico (Harper, 1981).

El equipo utilizado para la extrusión de alimentos se denomina extrusor, el cual está constituido en esencia por una bomba de tornillo en el cual el alimento es comprimido y trabajado. Los extrusores se clasifican según su funcionamiento en extrusores en caliente y extrusores en frío, y por su construcción en sencillos o de tornillos gemelos. Un extrusor es un reactor en continuo, donde la naturaleza de las materias primas que se trabajan es completa, pero donde predominan materiales con alto contenido de almidones. Aquí podemos citar especialmente a los tratamientos de alta temperatura y corto tiempo (HTST) (Fellows, 1993).

2.6.1.- ELEMENTOS DEL EXTRUSOR

La extrusión de los alimentos es un proceso en el cual el material alimenticio es forzado a fluir, bajo una o más formas y una variedad de condiciones de mezclado, calentamiento y corte a través de una matriz la cual es diseñada para formar y/o soplar –

secar los ingredientes. Un extrusor tiene por lo menos tres partes, cada uno de ellas pueden estar separadas por sellos que previenen el flujo contrario de material y estos son:

- Zona de Alimentación
- Zona de Transición
- Zona de Alta Presión

El material, normalmente en forma granular con contenidos de humedad que varían entre 10% y 35% entra en la zona de alimentación y es transportada por la acción del tornillo, que en esa parte posee filetes más profundas y comienzan a transformarse en una masa, está parcialmente cocida con la temperatura que van de 120 °C a 300 °C (Morgan, 1986).

2.6.2.- CLASIFICACIÓN DE EXTRUSORES

Cantarell y Peri (1983), clasifican los extrusores tanto sobre la base de sus características termodinámicas como de acuerdo a la forma en que se generan la presión. De acuerdo a sus características termodinámicas tenemos:

2.6.2.1.- DIRECTO (DESPLAZAMIENTO POSITIVO)

a) EMBOLO HIDRÁULICO O NEUMÁTICO

El embolo hidráulico tiene muy poco corte, es usado primeramente para formar en frío los trocitos de maíz antes de freírlos. Este tipo de equipo ejerce pequeño o ningún corte sobre la masa antes de pasar a través de la matriz. La pasta es colocada en un cilindro el cual es puesto frente al pistón o presión hidráulica o neumática, el pistón fuerza la masa a través de la matriz que contiene las aberturas de forma apropiada (Cantarell y Peri, 1983).

b) EXTRUSORES AUTÓGENOS (CERCANAMENTE ADIABÁTICO)

El trabajo ejercido sobre la masa contenida genera el calor necesario. La temperatura no está ajustada por calor circulante o líquido refrigerante a través de la chaqueta tornillo o cabezal de la matriz. Algunos extrusores para snack (bocaditos) e

hinchadores se aproximan a esta condición mientras que otros requieren de la adición de calor (Cantarell y Peri, 1983).

c) EXTRUSORES ISOTÉRMICOS

La temperatura desarrollada en la masa alimenticia como resultado de la conversión de energía mecánica es mantenida en un nivel más o menos constante por circulación de un fluido refrigerante a través de la chaqueta de otras partes del equipo (Cantarell y Peri, 1983).

d) EXTRUSORES POLITRÓPICOS

Estos dispositivos son intermedios entre los tipos autógenos e isotérmicos. En un sentido estricto, todos los extrusores prácticos para alimentos entrarían en esta categoría aunque la mayoría son capaces de ser clasificados previamente como autógenos o isotérmicos. Cuando se clasifican como bombas o sobre la base de los medios de generación de presión, son aplicables las siguientes categorías:

2.6.2.2.- INDIRECTO (ARRASTRE VISCOSO)

- Rodillos, bajo corte : Usado para galletas y confiterías
- Tornillo simple o único: Son extrusores de capacidad de gran corte.

2.6.3.- VENTAJAS DEL EXTRUSOR

La moderada cocina de extrusión, sostenida por el eficiente sistema de mezclado, equipado con alimentación forzada, cuando es necesario designa una máxima garantía al proceso de flexibilidad. Estos sistemas son capaces de procesar materias primas elevadas o bajos niveles de humedad, con tornillos y cabezas designadas para encontrar específicos cortes y requerimientos de residencia de tiempo. Los extrusores trabajan a altas temperaturas y la residencia de la masa en el extrusor es pequeña, por tal motivo llamaremos extrusores a alta temperatura en corto tiempo (HTST) (Schuler, 1986).

La primera ventaja es la conservación de energía, es un eficiente sistema de cocido en consideración o vapor requerido por el peso de unidad del producto cocido; realizo un análisis de costo de la energía y el costo de procesamiento por tonelada del producto encontrado que son más bajos en el sistema de extrusor HTST que cualquier otro

método de cocina industrial. El espacio del suelo requerido por tonelada de capacidad del producto es bajo. Los mensajes de ese descubrimiento trajeron a la industria alimentaria, que es posible emplear el calor para el propósito de alcanzar, seguridad microbiológica y estabilidad para la nutrición o propiedades funcionales. Esto es exactamente lo que es alcanzado por el extrusor HTST (Schuler, 1986).

Harper (1981) y Fellows (1994), presentan una lista de ventajas de los extrusores, entre las cuales tenemos:

a. Versatilidad.- Puede producirse una amplia variedad de alimentos. Dentro de los factores que contribuyen a la versatilidad del proceso de extrusión se puede mencionar los diseños específicos del extrusor, las variables de operación, la variedad de materia prima y las diferentes características que puede obtenerse en los productos terminados (formas, colores, sabores, texturas, etc.). Los extrusores pueden modificar en forma más o menos sencilla su diseño y puede operarse a diferentes velocidades de tornillo, con distintas temperaturas, presiones, lo que permite variar los niveles de humedad, de mezclado y de cocción de los materiales, y obtener distintos productos.

b. Alta productividad.- Un extrusor provee un sistema de procesamiento continuo, de capacidad de producción mayor que otras formas de sistema. La capacidad de los equipos de extrusión varía desde equipos a escala de laboratorio (1 a 5 Kg/h) hasta extrusores que pueden producir 5 a 10 ton/h de materiales poco densos (0.5 a 0.7 g/cm³) y debido a que son equipos continuos, se tiene un mejor control del proceso y se obtiene productos más uniformes.

c. Bajo costo.- los requerimientos de trabajo y espacio por unidad de producción son pequeños que otros sistemas de cocinado.

d. Productos de alta calidad.- El proceso de calentamiento HTST minimiza la degradación de los nutrientes de los alimentos, mientras mejora la digestibilidad por gelatinización del almidón y desnaturalización de la proteína.

El tratamiento a altas temperaturas y corto tiempo destruye factores indeseables en los alimentos. Algunos factores desnaturalizables térmicamente son compuestos antinutricionales tales como inhibidores de tripsina, hemaglutininas, gossipol y enzimas indeseables tales como la lipasa o lipoxigenasa y microorganismos.

e. Ahorro de energía.- Los sistemas de procesamiento operan a humedades relativamente bajas para producir la cocción. Los bajos niveles de humedad reducen la cantidad de calor requerido para la cocción y secado del producto, por lo que tanto los gastos de inversión como de operación puede ser reducidos.

f. Superficie del edificio industrial.- En comparación a otros sistemas de procesamiento, el equipo de extrusión requiere de menores superficies para la instalación del edificio industrial.

g. Producción de nuevos alimentos.- La extrusión puede modificar proteínas vegetales y otros materiales alimenticios para producir nuevos productos alimenticios.

2.6.4.- FUNCIONES DE EXTRUSORES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

Morgan (1986), menciona que los extrusores en la industria alimentaría realiza las siguientes funciones:

- Mezclar y homogenizar materias primas
- Cocción del producto.
- Desnaturalizando de proteínas.
- Gelatinización de carbohidratos.
- Produciendo sabores y colores.
- Eliminando factores anti nutricionales.
- Crear textura a través de la presión, (flujo e intercambio de calor).
- Crear formas.
- Secar y/o deshidratar el producto.

2.7.- TEXTURA

La textura es una mezcla de los elementos relativos a la estructura del alimento y a la manera por la cual están relacionados con los sentidos fisiológicos (Alcázar, 2002).

La textura de los alimentos no tiene una definición exacta, precisa y satisfactoria, sin embargo, posee ciertas características:

- Se trata de un grupo de propiedades físicas que derivan de la estructura del alimento.
- Están relacionadas con la mecánica y la reología.
- No está directamente relacionada con el olor o el gusto.
- No se trata de una propiedad sino de un conjunto de propiedades.

Es importante señalar que no se trata de la propiedad de un producto, sino un conjunto de propiedades. La textura es una sensación subjetiva provocada por el comportamiento mecánico y reológico del alimento durante la masticación y la deglución (Alcázar, 2002).

La textura de los alimentos se halla principalmente determinada por el contenido en agua, grasa, por los tipos, proporciones relativas de algunas proteínas y carbohidratos estructurales (celulosa, almidones y diversas pectinas). Los cambios en la textura están producidos por la pérdida de agua o grasa, la formación o rotura de las emulsiones, la hidrólisis de los carbohidratos poliméricos y la coagulación o hidrólisis de las proteínas (Alcázar, 2002).

Desde el momento que se habla de alimento y textura, es necesario recordar que todo esto afecta ante todo al ser humano, y que todas las medidas de textura existen con el fin de obtener modelos y de evaluar la impresión final que tendrá el consumidor (Alcázar, 2002).

La textura se refiere a aquellos atributos de los alimentos que podemos sentir con los dedos, lengua, paladar o dientes. El rango de textura de los alimentos es muy grande y una desviación de lo esperado constituye un defecto de calidad. La medida de la textura de los alimentos se reduce a la determinación de su resistencia a una fuerza. Cuando el alimento se comprime y permanece de una pieza, se trata de una compresión. En la Tabla N° 7 se resumen los atributos de textura de los alimentos (Norman y Joseph, 2003).

Tabla N° 7. Características de la textura

CARACTERISTICA PRIMARIA	CARACTERISTICA SECUNDARIA	CALIFICATIVOS NORMALMENTE EMPLEADOS
Características mecánicas		
Dureza		
Cohesividad	Quebradizo Madurabilidad Gomoso	Desmenuzable, crujiente, quebradizo Blando, masticable, correoso Corto, harinoso, pastoso, gomoso
Viscosidad		Fluido, viscoso
Elasticidad		Plástico, elástico
Adhesividad		Pegajoso, pegadizo
Característica geométricas		
Tamaño y forma de partículas		Arenoso, granujiento
Tamaño y orientación de las partículas		Fibroso, celular, cristalino
Otras características		
Contenido en agua		Seco-húmedo-mojado Acuoso
Contenido graso	Aceitosidad Grasosidad	Aceitoso Grasiento

FUENTE: Ministerio de salud. Instituto Nacional de Nutrición (1996).

II.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- LUGAR DE EJECUCION

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Planta de Servicios Agroindustriales "El Altiplano S.A" situada en la ciudad de Juliaca departamento Puno-Perú y en los laboratorios de análisis físico químico y microbiológico de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional el Altiplano Puno-Perú, entre los meses de diciembre 2011 y abril 2012.

3.2.- MATERIALES Y EQUIPOS

A) MATERIALES

- Aparato de destilación kjedahl.
- Aparato de extracción soxlet (extracción semicontínua)
- Pipetas volumétricas 1 ml, 5 ml y 10 ml.
- Probeta graduada, con pie hexagonal y pico, capacidad de 100 y 500 ml.
- Erlenmeyer 150, 250, 300 ml.
- Crisoles GOOCH de porcelana de 25 ml.
- Placas Petri.
- Tubos de ensayo 10 ml.
- Pipetas serológica de 10 ml.
- Vasos precipitados 250, 500 ml.
- Soporte universal.
- Papel filtro whatman N° 40 tipo 589/1.
- Fiola de pírex 100 ml.
- Recipiente de acero inoxidable.
- Mesa de trabajo.
- Espátula de acero inoxidable con mando de madera (hoja 100 ml y peso 26 g).
- Agua destilada.

B) INSUMOS

- Harina de quinua
- Gritz de maíz
- Queso (rayado)

C) EQUIPOS

- Extrusor monotornillo por calentamiento a fricción motor 15 HP trifásico.
- Texturometro TXT.
- Balanza Analítica: con aprox. De 0,001 g, marca METTLER FR 300, cap. 160 kg.
- Termómetro de vidrio de mercurio (-10°C a 200°C).
- Estufa (TELCO-MDL-16-temp. Range to 200°).
- Mufla (MIN – LR-201/A-15).
- Cocina eléctrica
- Autoclave
- Mechero Bunsen.
- Balanza Analítica tipo plataforma
- Vernier
- Cuenta colonias.

D) REACTIVOS:

- Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4)
- Hidróxido de sodio concentrado (NaOH)
- Ácido clorhídrico HCL 0.05N, 6N
- Hexano - éter

E) MEDIOS DE CULTIVO

- Plate Count Agar (APC), uso in vitro de 500g Laboratorios Britania.
- Ogye –agar de 500g Laboratorios Merck KGaA.
- Macconkey agar de 500g DIFCO Becton Dickinson.
- Agar to mossel de 500g Laboratorios Merck KGaA.
- Agar ss de 500g Laboratorios Merck KGaA.

3.3.- METODOLOGIA

Los procesos realizados para la elaboración del snack de de maíz enriquecido con harina de quinua y queso procesados por extrusión, se describe a continuación donde se controlan las siguientes variables: porcentaje de griz de maíz, harina de quinua y queso en la etapa de pre-mezclado. Los procesos adoptaron la metodología para la obtención de un snack a partir de maíz, el presente trabajo de investigación tomo en consideración el diagrama de flujo presentado en la Figura N° 2 con acondicionamiento para la elaboración del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso que a continuación se detalla.

3.3.1.- Materia Prima

Se utilizó quinua perlada de la variedad blanca “Juli” procedente del departamento de Puno adquirida por la planta de Servicios Agroindustriales El Altiplano S.A. y el maíz duro de la variedad “la valle” fue adquirida del mercado de abastos Manco Capac de la ciudad de Juliaca; en griz (Maíz sin germen y partido), muy utilizado para la elaboración de bocaditos extruidos; el queso tipo “paria” fue adquirido del Mercado Santa Barbará de la ciudad de Juliaca, dicho queso fue rayado.

3.3.2.- Acondicionamiento

En esta operación las materias primas e insumos se mezclaron en un recipiente de acero inoxidable, se añadió agua para incrementar la humedad de la mezcla del 18% en un tiempo de 25 minutos aproximadamente, para llegar al porcentaje de humedad mencionado se añadió 300 ml aproximadamente de agua.

3.3.3.-Proceso de extrusión

Previamente se ha hecho un precalentamiento al equipo extrusor monotornillo motor 15 HP con un soplete hasta llegar a una temperatura de 150°C, luego se incorpora la masa en la tolva del extrusor monotornillo y dicha masa es extruida a una temperatura constante de 150 °C y esta sale a través de los orificios de la boquilla de la salida de la máquina y cortada a la salida por una cuchilla rotatoria dándole la forma deseada.

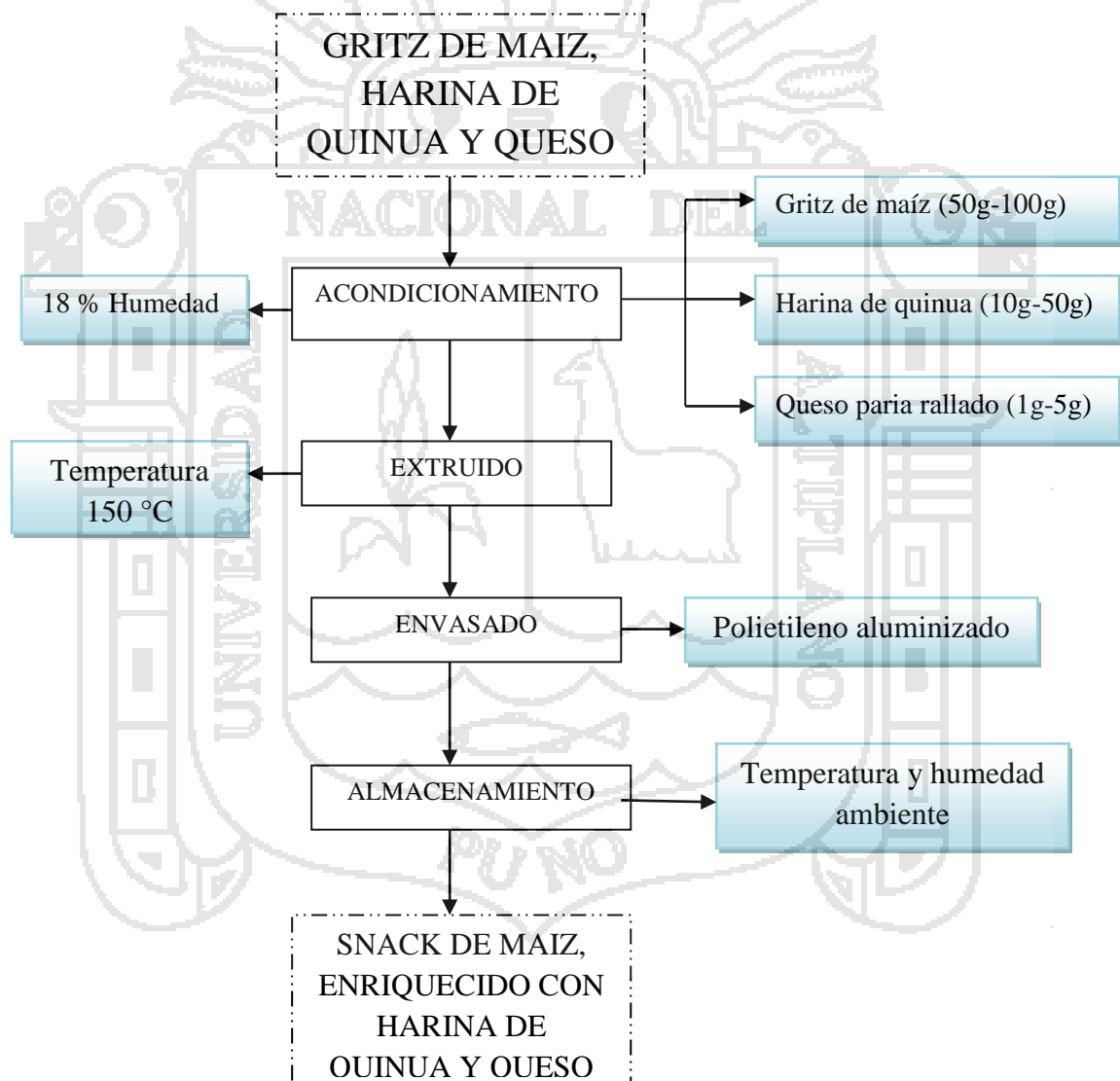
3.3.4.- Envasado

Se pesó 50 g de snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso, fue envasado en material polietileno aluminizado

3.3.5.-Almacenamiento

El producto extruido fue almacenado por un periodo de tres meses, a una temperatura y humedad ambiente.

Figura 2. Diagrama de Flujo de Extruidos de Maíz (*Zea Maíz*) enriquecidos con Harina de Quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) y Queso



FUENTE: Elaboración propia

3.4.- METODOS DE ANALISIS

3.4.1.- Análisis químico proximal

- **Determinación de humedad.-** La humedad se determinó mediante el método citado por Hart y Fisher (1991), el método utilizado fue Método por desecación en estufa hasta peso constante. Se realizó por desecación en estufa a 110 °C a presión atmosférica, con una muestra de 2 g, hasta lograr peso constante por 6 horas. La determinación de humedad se hizo por diferencia de pesos entre el peso inicial y peso final, obteniéndose en forma directa el porcentaje de humedad. Y la materia seca se calcula por la diferencia de la humedad.

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(P_1 - P_2)}{\text{gr. de muestra}} * 100$$

- **Determinación de cenizas.-** El porcentaje de cenizas se determinó mediante el método citado por Matissek *et. al*, (1998), el método utilizado fue el de calcinación. Se determinó calcinando la muestra en una mufla, para que quemar el material orgánico, para ello se utilizó crisoles limpios en mufla a 500 °C durante una hora, luego se pesa. Se pesó 2 g. De muestra en los crisoles de porcelana, y se llevó a la mufla durante la noche, al día siguiente se enfría en un desecador a temperatura ambiente y se pesa. El porcentaje de ceniza se determina de la siguiente manera.

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{gr. de muestra}} * 100$$

- **Determinación de proteína.-** El porcentaje de proteínas se determinó mediante el método citado por Matissek *et. al*, (1998), el método utilizado fue Semimicro Kjeldahl. Se determinó por el método Semimicro Kjeldahl, usando el factor 6,25 para llevar el nitrógeno a proteína total. El procedimiento comprende 3 fases: digestión, destilación y titulación. Se pesó 0.1 g. de la muestra, se envuelve en papel, se coloca a un balón Kjeldahl, se agrega 2ml de H₂ SO₄ y se colocó en la cocina de digestión hasta que quede cristalino. A la muestra digerida se agrega NaOH e inmediatamente se conecta el vapor para que se produzca la destilación.

Se conecta el refrigerante y se recibe destilado en un Erlenmeyer con contenido de ácido bórico más indicado es de pH; la destilación termina cuando hay un viraje de color. Luego se procede a la titulación con HCL. Se anotó el gasto se procedió hacer los cálculos con la siguiente formula.

$$\% \text{ de } N = \frac{\text{Gasto de HCl ml} * \text{Normalidad} * \text{Miliequiv.}}{\text{gr. de muestra}} * 100$$

- Determinación de grasa.-** El porcentaje de grasa se determinó mediante el método citado por Matissek *et. al*, (1998), se realizó mediante el método de soxhlet, para lo cual se pesó 2 g. de muestra, se empaqueta en un papel filtro whatman N° 2, se coloca el paquete en el cuerpo del aparato soxhlet, debe ser tarado libre de humedad (anotar de peso) y luego agregar el hexano. Seguidamente se conecta a una fuente de calor, al calentarse se evapora y asciende a la parte superior y allí se condensa por refrigeración y cae sobre la muestra, regresando al matraz por sifón. Se evapora el hexano remanente en el matraz en una estufa a 60 °C y enfriar en una campana. Los cálculos se realizan con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de grasa} = \frac{(\text{peso de matraz con agua} - \text{peso de matraz vacío}) * 100}{\text{gr. de muestra}}$$

- Determinación de fibra.-** El porcentaje de fibra se determinó mediante el método citado por Matissek *et. al*, (1998), se utilizó el método gravimétrico de fibra cruda. Mediante la digestión acida seguida por una alcalina. Para la digestión: se pesó 1g. De muestra en un vaso de 500 ml se adiciono 10 ml de H₂SO₄ al 1,25 % colando sobre el calentador del digestor para hervirlo durante 30 minutos, se filtró y lavo con agua destilada caliente hasta neutralizar la acidez. Transferimos la fibra en un vaso de 500 ml, lavando el papel utilizado en la filtración, ahora en 100ml de NaOH (soda) y se hierve suavemente por 30 minutos. Se filtra lavando con agua destilada caliente, hasta que la reacción alcalina al tornasol desaparezca. Luego se puso en una estufa por 24 horas a 60 °C y se pesó (P₁). incinerar en una mufla por 3 horas para eliminar la materia orgánica para obtener las cenizas y se pesó nuevamente (P₂). la pérdida de peso es equivalente a la fibra cruda. Los cálculos se realizan con la siguiente formula.

$$\% \text{ de fibra} = \frac{(P_1 - P_2)}{\text{gr. de muestra}} * 100$$

- **Determinación de carbohidratos.-** El porcentaje de carbohidratos se determinó mediante el método citado por Matissek *et. al*, (1998), calcula por diferencia restando de 100 menos los porcentajes de proteína, grasa, cenizas y fibra, como se muestra en la fórmula

$$\% \text{ de Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ ceniza} + \% \text{ fibra} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína})$$

3.4.2.- Análisis microbiológicos

- **Numeración de bacterias aerobias mesófilas:** Las muestras se prepararon a partir de la primera dilución del producto extruido 10^{-1} , luego se hicieron las siguientes diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} y luego se sembraron en las placas petri 1ml, de dilución, conteniendo el medio cultivo APC (PLATE COUNT AGAR). Se incubaron las placas petri en posición invertida durante 24 horas a una temperatura de 35°C .
- **Numeración de hongos y levaduras:** Para la determinación de hongos y levaduras se utilizó el medio de cultivo OGYE-AGAR, para lo cual se introduce en placas petri y se cultiva con las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} los productos extruidos, luego se incubó en una estufa a una temperatura de 28°C por 7 días.
- **Determinación de coliformes:** Para la determinación de coliformes se utilizó el medio cultivo MacCONKEY Agar, para lo cual colocar el cultivo en las placas petri e inocular las diluciones 10^{-1} y 10^{-2} , se incubó en una estufa a una temperatura 35°C por 24 horas.
- **Numeración de bacillus cereus:** Para la determinación de bacillus cereus se utilizó el medio de cultivo MOSSEL, seguidamente el cultivo se coloca en las placas petri y luego se inocular con las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , y se incubó en una estufa a una temperatura de 32°C por 24 horas aproximadamente.
- **Determinación de salmonella sp:** La determinación de la salmonella *sp* se hizo con el medio de cultivo AGAR SS, dicho cultivo se coloca en las placas petri y luego se inocular las diluciones.

3.4.3.- Metodología de la textura instrumental TPA (Análisis del Perfil de Textura)

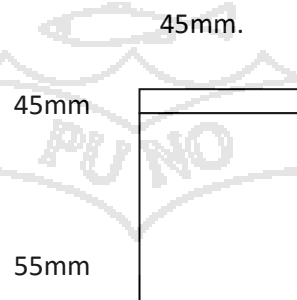
El equipo TPA simula la masticación de una muestra de alimento por medio de un analizador de textura. Una muestra de alimento del tamaño de un mordisco es comprimido usando un dispositivo de doble acción ajustable al alimento para imitar la acción de un diente. En un análisis típico de una curva de textura, se determinan 7 características de textura (5 medidas y 2 calculadas a partir de los parámetros medidos): Fracturabilidad, dureza, cohesividad, adhesividad, pegajosidad, gomosidad y masticabilidad.

Para el TPA de los snacks, el equipo de análisis de textura utiliza un aditamento especial conocido como Extrusión Ottawa Forward.

- **Peso de muestra:** 4 g. aproximadamente
- **Medida:** 4 cm. de longitud
- **Unidades para prueba:** 09

Se cortó cada snack a una longitud de 40 mm, luego se tomó nueve unidades del snack cortado para llenar el volumen de la celda Ottawa (20 cm^3), cuyas medidas internas son de 45 mm x 45 mm x 55 mm. Las unidades fueron acomodadas de forma horizontal una sobre otra. El accesorio de compresión tiene una base plana de 43 mm x 43 mm. Como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Medidas de la Celda Ottawa



3.4.4.- Metodología de índice de expansión

Mujica (2006), indica que es la relación de diámetro del producto y el dado del equipo extrusor. Romero *et. al*, (1985), sostienen, que esta relación se calculó a través de la ecuación:

$$\text{Índice de expansión} = \frac{\text{diámetro promedio de muestra (cm)}}{\text{Diámetro matriz de salida (cm)}}$$

Se tomó dos partes de cada producto para determinar el diámetro promedio, luego, se midió el diámetro de la matriz de salida empleada del equipo extrusor.

3.4.5.- Análisis Sensorial

Las características sensoriales del producto fueron sometidas a opinión de paneles (niños de 11 años de edad), no entrenados, a los cuales se les presentaron muestras del snack, para su respectiva ficha de evaluación. Para la evaluación sensorial de los productos extruidos se utilizó una prueba de aceptabilidad por ordenamiento. Se utilizó una escala estructurada; en donde el juez debe observar su apreciación marcando con una cruz el punto en donde él considere la calificación que le otorgue al producto. La ficha de evaluación utilizada se muestra en el Anexo 02. La escala utilizada para la elaboración fue la hedónica.

3.5.- DISEÑO ESTADÍSTICO

Ibáñez (2009), en la elaboración del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso se evalúan tres variables de estudio que son el porcentaje de harina de quinua, porcentaje de griz de maíz y porcentaje de queso para lo cual se utilizó un arreglo factorial bajo un Diseño Central Compuesto DCC, con 20 tratamientos y tres repeticiones, el que se detalló de la siguiente manera en el Cuadro 01.

Cuadro 01. Cinco niveles de Diseño Central Compuesto (DCC).

NIVEL CODIFICADO(Xi)	DENOMINACION
-K	Nivel Mínimo
-1	Nivel Bajo
0	Nivel Medio
1	Nivel Alto
+K	Nivel Máximo

- El número de tratamientos es igual a

$$N = 2^P + 2P + C$$

$$k = (2^P)^{1/4}$$

Dónde:

N = Es el número total de tratamientos u observaciones.

2^P = Es el número de tratamientos básicos de la parte factorial o combinaciones de tratamientos.

2P = Corresponde a los tratamientos de la parte axial o estrella o combinación.

C = Constituye el tratamiento central que se repite un número determinado de veces dependiendo del número de factores o replicas en centro del diseño.

P = Numero de factores en estudio o variables.

3.5.1.- FACTORES DE ESTUDIO

- Harina de quinua integral (min. 10g. Max 50g.)
- Gritz de maíz (min. 50g. máx. 100g.)
- Queso (min. 1g. máx. 5g.)

3.5.2.- VARIABLES DE RESPUESTA

- Determinación de la textura.
- Determinación del Índice de expansión.
- Evaluación sensorial.

3.5.3.- MATRIZ DE DISEÑO

En el Cuadro 02, se muestra el número de tratamientos evaluados para determinar la Textura, para la obtención de snacks de maíz enriquecido con harina de quinua y queso, donde los resultados de los ensayos se muestran en el Anexo 01.

Cuadro 02. Numero de tratamientos para tres factores en un DCC

X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	Harina de quinua (g.)	Gritz de maíz (g)	Queso (g)
1	-1	-1	-1	18.1	60.1	1.8
1	1	-1	-1	41.9	60.1	1.8
1	-1	1	-1	18.1	89.9	1.8
1	1	1	-1	41.9	89.9	1.8
1	-1	-1	1	18.1	60.1	4.2
1	1	-1	1	41.9	60.1	4.2
1	-1	1	1	18.1	89.9	4.2
1	1	1	1	41.9	89.9	4.2
1	-1.682	0	0	10	75	3
1	1.682	0	0	50	75	3
1	0	-1.682	0	30	50	3
1	0	1.682	0	30	100	3
1	0	0	-1.682	30	75	1
1	0	0	1.682	30	75	5
1	0	0	0	30	75	3
1	0	0	0	30	75	3
1	0	0	0	30	75	3
1	0	0	0	30	75	3
1	0	0	0	30	75	3
1	0	0	0	30	75	3
1	0	0	0	30	75	3
1	0	0	0	30	75	3

Fuente: Elaboración propia

3.5.4.- MODELO MATEMATICO

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2$$

Dónde:

Y= Variable de respuesta (Textura)

b = Coeficiente de regresión lineal

X₁ = Variable de estudio (Harina de quinua)

X₂ = Variable de estudio (Gritz de maíz)

X₃ = Variable de estudio (Queso)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.- TEXTURA DEL SNACK DE MAIZ ENRIQUECIDO CON HARINA DE QUINUA Y QUESO PROCESADOS POR EXTRUSION

Para obtener el snack se siguió el diagrama de flujo que se encuentra en la Figura 2, posteriormente se enviaron las muestras al Laboratorio de Investigación e Instrumentación de la Facultad de Industrias Alimentarias - Universidad Nacional Agraria la Molina, para la determinación de la textura mediante el análisis del perfil de textura (TPA), obteniéndose los resultados que se encuentran en el Anexo 01-Cuadro 01, mediante el diseño experimental DCC se obtuvo el análisis de varianza que se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 03. Análisis De Varianza De Textura

Fuente	S.C	G.L	C. M	F.calculada	F.tabulada	
A:Harina de quinua	33382.3	1	33382.3	12.81	4.04	*
B:Gritz de maíz	50548.7	1	50548.7	19.39	4.04	*
C:Queso	354632.0	1	354632.0	136.06	4.04	**
AA	185.605	1	185.605	0.07	4.04	N.S
AB	8512.67	1	8512.67	3.27	4.04	N.S
AC	14795.7	1	14795.7	5.68	4.04	*
BB	33647.8	1	33647.8	12.91	4.04	**
BC	3898.95	1	3898.95	1.50	4.04	N.S
CC	788135.0	1	788135.0	302.37	4.04	**
Bloques	304204.0	2	152102.0	58.35	3-19	**
Error Total	125112.0	48	2606.49			
Total	1.76026E+06	59				

$R^2 = 92,8924 \%$

$R^2(\text{ajustado para g.l.}) = 91,6131 \%$

Error Estándar de Est. = 51,0538

Valor Optimo = 25657,2

CV = 0.2017 %

El análisis de varianza muestra que en efectos simples existen diferencias estadísticas significativas al 95 % de probabilidades indicándonos que tanto la harina de quinua, los gritz de maíz y el porcentaje de queso empleado en la elaboración de snacks influyen en la textura del producto.

Asimismo podemos observar que para las interacciones (harina de quinua y queso) presentó significancia estadística no determinándose diferencia alguna para las interacciones harina de quinua y gritz de maíz; gritz de maíz y queso, indicándonos que tanto el empleo de harina de quinua y el porcentaje de queso empleado influenciaran en asociación sobre la textura del producto obtenido.

De los análisis efectuados, se presenta a continuación la ecuación que permite determinar la textura a diferente participación de los insumos empleados en la elaboración de snacks siendo la siguiente:

$$\text{Textura} = 24858,2 + 6,02665 * \text{HQ} - 15,881 * \text{GM} + 641,403 * \text{Q} - 0,0146315 * \text{HQ}^2 - 0,106217 * \text{HQ} * \text{GM} + 1,73874 * \text{HQ} * \text{Q} + 0,125658 * \text{GM}^2 - 0,712854 * \text{GM} * \text{Q} - 93,7618 * \text{Q}^2$$

Dónde:

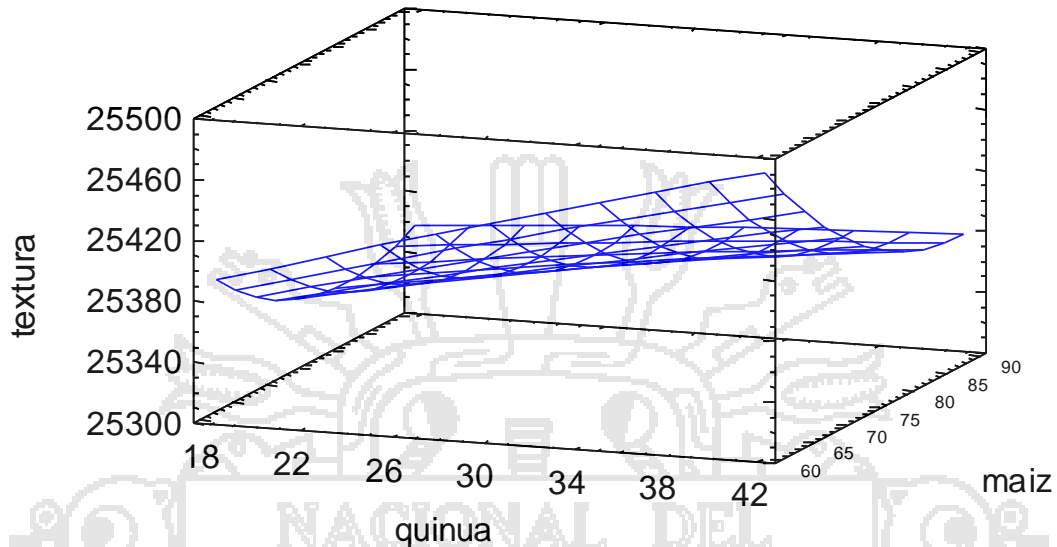
HQ = Harina de quinua

GM = Gritz de maíz

Q = Queso

La ecuación determinada nos ha permitido determinar los valores optimizados de textura, determinándose un valor óptimo de 25657,2 de textura bajo las siguientes condiciones, harina de quinua (49,9405 g), gritz de maíz (49,9413 g) y queso (3,68633 g) respectivamente, observándose dicho comportamiento en la Grafico 01.

Grafico 01. Comportamiento de la textura de los extruidos obtenidos en el extrusor de simple tornillo



De la misma forma se aprecia estos resultados de la superficie de respuesta del comportamiento de la textura con respecto a la cantidad de harina de quinua y a la cantidad de maíz, tomando la aplicación de la cantidad de queso constante en 3.686 g., donde se observa que a mayor cantidad de quinua y menor cantidad de maíz la textura aumenta.

En el Grafico 01 se observa que a 49.9405 g de harina de quinua y a 49.9413 g de griz de maíz y a un 3.6863 g de queso respectivamente se obtiene 25657.2 de textura óptima para la elaboración de snacks de maíz enriquecido con harina de quinua y queso.

4.2.- INDICE DE EXPANSIÓN PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE ENRIQUECIMIENTO DEL SNACK DE MAIZ CON HARINA DE QUINUA Y QUESO

Los índices de expansión logrados en el experimento se presenta en el Cuadro 02 en el Anexo 02, el análisis de varianza para los índices de expansión logrados en el experimento se presenta en el siguiente Cuadro 04.

Cuadro 04. Análisis de varianza de índice de expansión

Fuente	S.C	G.L	C.M	F calculada	F Tabulada	
A:harina de quinua	0.00183165	1	0.00183165	0.4	4.04	N S
B:gritz de maíz	0.0224969	1	0.0224969	4.93	4.04	*
C:queso	0.260267	1	0.260267	56.99	4.04	**
AA	0.82964	1	0.82964	181.67	4.04	**
AB	0.116204	1	0.116204	25.45	4.04	*
AC	0.121838	1	0.121838	26.68	4.04	*
BB	0.537994	1	0.537994	117.81	4.04	**
BC	0.0100042	1	0.0100042	2.19	4.04	N S
CC	0.299101	1	0.299101	65.49	4.04	**
Bloques	0.00310333	2	0.00155167	0.34	3.19	N S
Error Total	0.219207	48	0.00456681			
Total	2.17099	59				

$R^2 = 89.9029 \%$

R^2 (ajustado para g.l.) = 88.0854 %

Error Estándar de Est. = 0.0675782

Valor Optimo = 4.13203

CV = 1.743%

El análisis de varianza muestra que en efectos simples existen diferencias estadísticas significativas al 95 % de probabilidades indicándonos que tanto la harina de quinua, los gritz de maíz y el porcentaje de queso empleado en la elaboración de snacks influyen en el índice de expansión del producto.

Asimismo podemos observar que para las interacciones gritz de maíz presento significancia estadística no determinándose diferencia alguna para las interacciones harina de quinua; gritz de maíz y queso, indicándonos que tanto el empleo de harina de quinua y el porcentaje de queso empleado influenciaron en asociación sobre el índice de expansión del producto obtenido.

De los análisis efectuados, se presenta a continuación la ecuación que permite determinar el índice de expansión a diferente participación de los insumos empleados en la elaboración de snacks siendo la siguiente:

$$\text{Índice de Expansión} = -1.51577 + 0.102567* HQ + 0.0855402* GM + 0.482187*Q - 0,000978794* HQ^2 - 0,000392439* HQ * GM - 0.0049895* HQ *Q - 0.000504123* GM^2 + 0.00114187* GM*Q - 0.0585794* Q^2$$

Dónde:

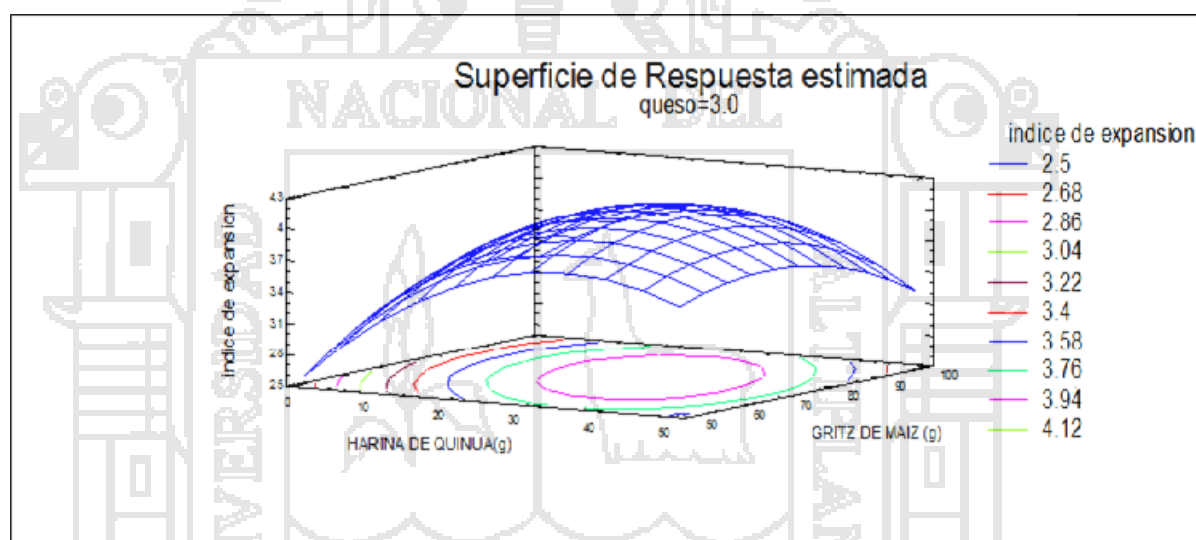
HQ =Harina de quinua

GM = Gritz de maíz

Q = Queso

La ecuación determinada nos ha permitido determinar los valores optimizados de índice de expansión, determinándose un valor óptimo de 4.13203 de índice de expansión bajo las siguientes condiciones, harina de quinua (49,9405 g), griz de maíz (49,9413 g) y queso (3,68633 g) respectivamente, observándose dicho comportamiento en el Grafico 02.

Grafico 02. Comportamiento de índice de expansión de los extruidos obtenidos en el extrusor de simple tornillo.



De la misma forma se aprecia estos resultados de superficie de respuesta del índice de expansión con respecto a la cantidad de harina de quinua y cantidad de griz de maíz, tomando la aplicación de la cantidad de queso constante de 3.6863 g, donde se observa que al incrementar la cantidad de harina de quinua hasta un 49,9405g aumenta el índice de expansión; y teniendo como comportamiento similar la cantidad de griz de maíz hasta un punto óptimo de 4.13203 g.

Al respecto Luque y Chaiña (2000), mencionan que el índice de expansión de un producto extruido a base de quinua, cañihua, cebada, habas, maíz y soya, el mismo que presenta un resultado de 2.9 de índice de expansión. Dogan y Karwe (2003), muestran

valores de 0.92 a 3.58 en índice de expansión de extruidos a base de quinua. Los resultados del índice de expansión del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso tuvo como resultado 4.13203 de índice de expansión, la cual muestra valores similares con los productos extruidos a base de quinua, cañihua, cebada, habas, maíz y soya y así mismo de extruidos a base de quinua; por su parte Mercier *et. al.*, (1989), consideran que la expansión se produce cuando el valor del grado de expansión es mayor a 1.5, donde el resultado del índice de expansión del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso se encuentra en dichos parámetros.

El índice de expansión del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso es de 4.13203, con respecto a este resultado, Miller (2003), indica que una vez que la molécula de almidón ha sido desenredado, alineado y/o parcialmente disminuida su habilidad para almacenar energía durante la deformación y flujo a través del dado, su potencial de expansión seccional es reducido y el potencial de expansión longitudinal aumenta. Así mismo indica que las cantidades relativas de amilosa y amilopectina también influyen sobre la dirección de la expansión, la amilosa ocasiona una mayor expansión lineal, en tanto que la amilopectina lo hace más en forma radial.

4.3.- EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL SNACK DE MAÍZ ENRIQUECIDO CON HARINA DE QUINUA Y QUESO

La calificación recibida para los tratamientos (muestra óptima y tratamiento 13) en cada una de las características sensoriales evaluadas por el panel de 88 jueces (niños) no entrenados se presenta en el Anexo 03-Cuadro 03, asignándose una puntuación de 5 la muestra que gusta mucho y 1 la que disgusta mucho; los valores de 2 a la muestra que disgusta, 3 se le asigna a la muestra que ni gusta ni disgusta y 4 a la muestra que gusta, valores indicados para fines de codificación estadística.

4.3.1.- Análisis de variancia para las preferencias de color

Cuadro 05: Análisis de variancia para color

Fuente	S.C	G.L	C.M	F. tabulada	F. calculada
Entre grupos	0,0909091	1	0,0909091	0,09	N.S
Intra grupos	171,455	174	0,985371		
Total (corr.)	171,545	175			

El análisis de varianza se elaboró en función a los datos que se encuentran en el Anexo 03-Cuadro 03, muestra que en efectos simples no existen diferencias estadísticas significativas al 95 % de probabilidades indicándonos que las muestras tienen un color relativamente parecido, esto nos indica que a nivel de panelista con respecto al color no existen diferencias estadísticamente significativas, consecuentemente existen homogeneidad entre panelistas como se muestra en el Cuadro 05.

4.3.2.- Análisis de variancia para las preferencias de sabor

Cuadro 06: Análisis de Varianza para sabor

Fuente	S.C	G.L	C.M	F. tabulada	F. calculada
Entre grupos	57,9602	1	57,9602	79,39	*
Intra grupos	127,034	174	0,730081		
Total (corr.)	184,994	175			

El análisis de varianza se elaboró en función a los datos que se encuentran en el Anexo 03-Cuadro 03, muestra que en efectos simples existen diferencias estadísticas significativas al 95 % de probabilidades indicándonos realizar una prueba Duncan, esto nos indica que a nivel de panelista con respecto al sabor existen diferencias estadísticamente significativas, consecuentemente no existen homogeneidad entre panelistas como se muestra en el Cuadro 06.

Cuadro 07. Pruebas al 95% Duncan SABOR

Frecuencia	Media	Grupo Homogéneos	
Sabor M2	88	3.05682	B
Sabor M1	88	4.20455	A

Contraste	Diferentes
Sabor M1 – Sabor M2	*1,14773

* indica una diferencia significativa.

Como podemos observar en la Cuadro 07 del sabor, el tratamiento de la muestra (M1) es la más preferida comparada con el tratamiento de la muestra (M2); la muestra más aceptada es la que está constituida por harina de quinua 49,9405 g., gritz de maíz 49,9413 g. y queso 3,68633 g. respectivamente.

4.3.3.- Análisis de variancia para las preferencias de textura

Cuadro 08. Análisis de Varianza para textura

Fuente	S.C	G.L	C.M	F. tabulada	F. calculada
Entre grupos	44,0	1	44,0	83,05	*
Intra grupos	92,1818	174	0,529781		
Total (corr.)	136,182	175			

El análisis de varianza se elaboró en función a los datos que se encuentran en el Anexo 01-Cuadro 01, muestra que en efectos simples existen diferencias estadísticas significativas al 95% de probabilidades indicándonos realizar una prueba Duncan, esto nos indica que a nivel de panelista con respecto a la textura existe diferencias estadísticamente significativas, consecuentemente no existen homogeneidad entre panelistas como se muestra en el Cuadro 08.

Cuadro 09. Pruebas al 95% Duncan TEXTURA

Frecuencia	Media	Grupo Homogéneos	
Sabor M2	88	3.31818	B
Sabor M1	88	4.31818	A

Contraste	Diferentes
Textura M1 – Textura M2	*1.0

* indica una diferencia significativa.

Observamos en la Cuadro 09, de textura que el tratamiento muestra (M1) es la más aceptable comparada con el tratamiento muestra (M2); la muestra más aceptada es la que está constituida por harina de quinua 49,9405 g. gritz de maíz 49,9413 g. y queso 3,68633 g. respectivamente.

4.4.- ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

Los valores obtenidos en el análisis químico proximal del producto final extruido se muestran en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Composición Químico Proximal del Producto Extruido

ENSAYOS	SNACK DE MAIZ, QUINUA Y QUESO (%)
HUMEDAD	6.91
CENIZA	1.87
PROTEINA	18.02
GRASA	5.62
FIBRA	7.34
CARBOHIDRATOS	56.87

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos

La composición química proximal se realizó al tratamiento óptimo, según el Diseño Central Compuesto (DCC). Cuya evaluación se encuentra en el Anexo 06.

4.4.1.- Humedad

Sota (2003), indica que el porcentaje de humedad permitida para productos snack no debe ser superior al 7 %, así mismo Ccopa (2000), obtiene diferentes porcentajes de humedad que van entre 4.18 a 6.61 %; el contenido de humedad del producto extruido es de 6.91 % por tanto se encuentra dentro del intervalo establecido por las normas técnicas peruanas N°209.226.

4.4.2.- Cenizas

INDECOPI (1999), menciona que el porcentaje de ceniza debe encontrarse por debajo del 4 %, el contenido de ceniza del producto extruido final fue de 1.87 %, el cual se encuentra por debajo del máximo permitido.

4.4.3.- Proteína

Moreyras *et. al*, (2006), publica que el contenido proteico para snack es de 7.4 %, Ccopa (2000), indica que al utilizar la quinua en procesos de extrusión se eleva el contenido de proteína bruta del producto final. El contenido de proteína del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso obtenido es de 18.02 %; esto nos demuestra que al utilizar quinua el porcentaje de proteína se incrementa corroborando lo afirmado por (Ccopa, 2000).

4.4.4.- Grasa

Harper (1981), reporta que los productos elaborados con mezcla alimenticia presentan un contenido graso mayor al 6 %, Ccopa (2000), indica que los tratamientos con menor porcentaje de quinua en la mezcla presentan menor contenido de grasa; el contenido de grasa del producto final fue de 5.62 % justificando este resultado.

4.4.5.- Fibra

Moreyras *et. al.*, (2006), menciona que el porcentaje de fibra de productos snack es de 3.8 %, el porcentaje obtenido del producto final en fibra es de 7.34 %, esto debido a la presencia de quinua.

4.4.6.- Carbohidratos

Moreyras *et. al.*, (2006), publica que el porcentaje de carbohidratos es de 83 %, el porcentaje de carbohidratos del producto final obtenido es de 56.87 %, el que se encuentra dentro de rango permitido por el CODEX ALIMENTARIO (1985), que es de 78 %.

4.5.- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico del producto final extruido se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Comparación de resultados obtenidos con norma sanitaria

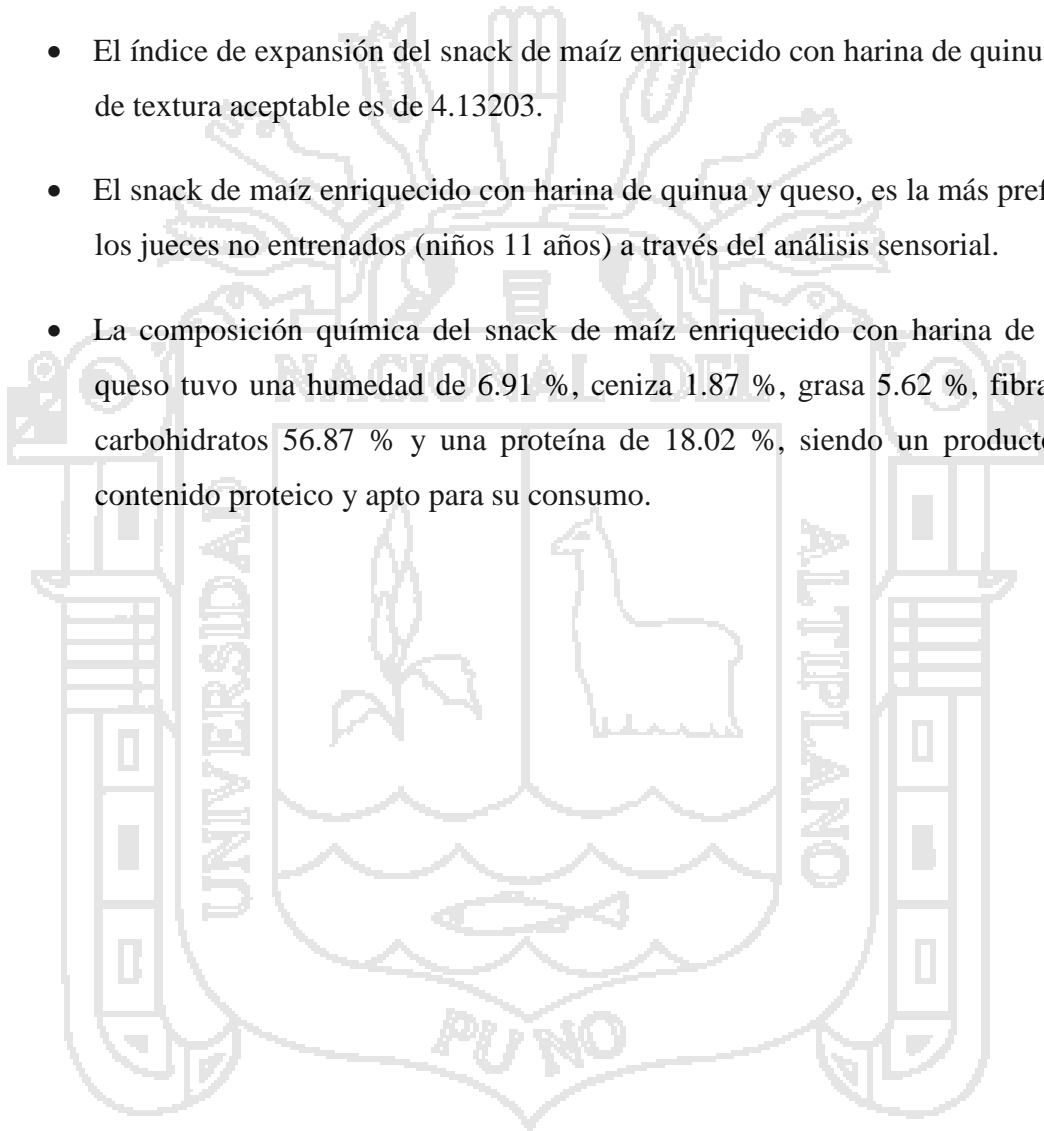
MICROORGANISMOS	RESULTADOS	NORMA SANITARIA
Aerobios Mesófilos	10 ⁴ ufc/g	10 ⁵ ufc/g
Salmonella	ausente en 25g	ausente en 25g
Coliformes	10 ² ufc/g	10 ² ufc/g
Bacillus Cereus	10 ² ufc/g	10 ³ ufc/g
Mohos	Ausente	10 ³ ufc/g

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis microbiológico realizado después de tres meses de almacenamiento, el recuento no fue significativo. La presencia de bacterias aerobios mesofilos fue mínima, en 10⁴ ufc/g., salmonella fue ausente en 25 g., coliformes 10² ufc/g., bacillus cereus c y mohos ausente. Los resultados obtenidos están dentro de los parámetros exigidos por la norma NTP N° 071 MINSA/DIGESA-V.01 "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad de los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano", siendo el snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso apto para su consumo.

V.- CONCLUSIONES

- El nivel de enriquecimiento con 49,9405 g, 49,9413 g, 3.68633 g, de harina de quinua, gritz de maíz y queso respectivamente, nos da una textura aceptable, con una humedad de 18 % a una temperatura de extrusión de 150 °C.
- El índice de expansión del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso de textura aceptable es de 4.13203.
- El snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso, es la más preferida por los jueces no entrenados (niños 11 años) a través del análisis sensorial.
- La composición química del snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso tuvo una humedad de 6.91 %, ceniza 1.87 %, grasa 5.62 %, fibra 7.34 %, carbohidratos 56.87 % y una proteína de 18.02 %, siendo un producto de alto contenido proteico y apto para su consumo.



VI.- RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado el trabajo de investigación se recomienda:

- Realizar trabajos de investigación tomando en cuenta otros parámetros como la presión, temperatura y humedad.
- Se recomienda complementar el Análisis de Perfil de Textura (TPA) con una evaluación sensorial con panelistas entrenados.
- A partir de esta metodología, es factible lograr también otras aplicaciones tales como la elaboración de alimentos infantiles, productos de confitería y otros productos de consumo directo.
- Hacer estudios de almacenamiento para calcular el tiempo de vida útil del producto.
- Se recomienda realizar un estudio de mercado para determinar la posible demanda nacional, así también se identificarían los nichos de mercado, sin dejar de lado la posibilidad de exportación del producto ya que los granos andinos tienen un gran apogeo a nivel internacional.
- Se recomienda hacer una encuesta grafica para niños, y así poder captar mejor su apreciación.

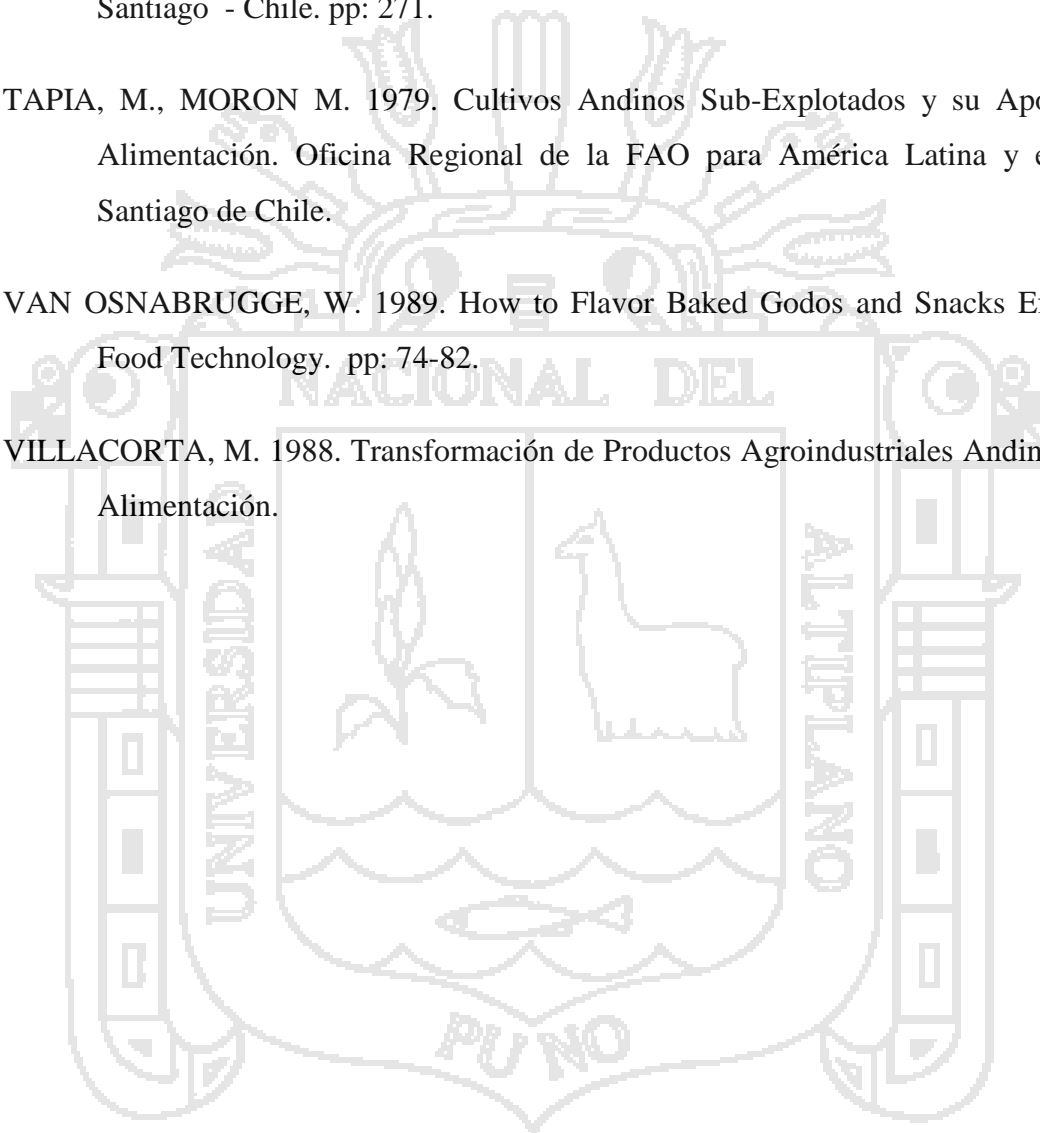
VII.- BIBLIOGRAFÍA

- ALCAZAR, C. J. 2002. Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias. Segunda Edición. Zaragoza-España.
- ANDRE, Eck. 1989. El Queso. Edición omega. Lima – Perú.
- BUKASOV, S.M; MENDOZA, R. 1990. Tratamiento de Cultivos Andinos. Cusco – Perú.
- CANTARELL, C., y PERI, C. 1983. Progress in Food Engineering. Edited by Cantarell/Peri. Forstes Publishing Ltd., Switzarlond.
- CCOPA, R. M. 2000. Elaboración de un Producto Extruido tipo Bocado a partir de Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) y Maíz (*Zea mays* L). Tesis Ing. Agroindustrial. UNA. Puno – Perú.
- CHARLEY, H. 1999. Tecnología de los Alimentos. Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Editorial Limusa México.
- CHURA, W. 2003. Elaboración de un Producto Tipo Granola a Base de Granos Andinos de Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), Cebada (*Hordeum vulgare*), Kiwicha (*Amarathus caudatus*). Tesis de Ingeniería Agroindustrial. UNA. Puno – Perú.
- COLLAZOS, B.C; VASQUEZ, G. J; QUIROZ, M.A; Y ALVISTAR, J.E. 1996. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima – Perú.
- DOGAN, H. Y KARWE, M. V. 2003. Physicochemical Properties of Quinoa Extrudates. Food Sci Tech Int 9 (2). pp: 101 – 104.
- ESPINOSA, M. E. 1988. Cultivos Andinos. 1ra edición. Lima – Perú.
- FAO/OMS/ONU. 1985. Necesidades de Energía y Proteínas. Ginebra – Suiza.
- FELLOWS, P. 1993. Tecnología del Proceso de los Alimentos: Principios y Practicas. Zaragoza – España.

- FRIES, A. M. 1997. Curso para Promover la Utilización de Cultivos Andinos. Escuela de Nutrición UNMS/FAO. Lima – Perú.
- GANDARILLAS, H. 1979. Botánica en Quinoa, Kañihua, Cultivos Andinos. Publicación CLLA. Colombia.
- GANDARILLAS, A. 1982. Anatomía del Fruto de Quinoa. En Resúmenes III Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz – Bolivia.
- GOMEZ, M. H. & AGUILERA, J. M. 1983. Changes in the Starch Fraction During Extrusion-Cooking of Com. J. food Sci. 378-381 pp.
- HARPER, J. M. 1981. Extrusion of Foods. CRC press. Inc. Boca Raton, Florida.
- HART, L. Y FISHER, H. 1991. Análisis Moderno de los Alimentos 2da. Reimpresión. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- IBAÑEZ, V. 2009. Análisis y Diseño de Experimentos. Editorial Universitaria
- INDECOPI. 1999. Normas Técnicas de Elaboración de Productos Extruidos. Lima – Perú.
- LESCANO, R., J.L. 1994. Genética y Mejoramiento de Cultivos Andinos Quinoa, Kañihua, Tarwi, Kiwicha, Papa Amarga, Olluco, Mashua y Oca. Programa Interinstitucional de Waru Waru. Puno – Perú.
- LLANOS, C.M. 1984. El Maíz, su Cultivo y Aprovechamiento. Madrid Ediciones Mundi Prensa.
- LUQUE, O.M. Y CHAIÑA, A. 2002. Diseño, Construcción y Evaluación del Efecto de Cocción de un Extrusor de Bajo Costo, con la Mezcla Alimenticia en Base a Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), Cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays* L), Habas (*Vicia faba* L) y Soya (*Glycine soja*). Tesis de Ingeniería Agroindustrial. UNA. Puno – Perú.
- MADRID, A. 2001. Nuevo Manual de Industrias Alimentaria. AMV Ediciones. Madrid - España

- MATISSEK, R; SCHNEPEL, F. Y STEINER, G. 1998. Análisis de los Alimentos. Fundamentos-Métodos-Aplicaciones. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España.
- MILLER, R.C. 1994. Tecnología de Extrusión de Alimentos. Oficina regional para México, Centro América y el Caribe.
- MINISTERIO DE SALUD. 1996. Tabla de Composición de Alimentos. Instituto Nacional del Perú. Lima – Perú.
- MOREIRAS, O; CARVAJAL, A; CABRERA, L. 2006. Tablas de Composición de Alimentos. Editorial Madrid: Pirámide.
- MORGAN, R. 1986. Extrusion Processing of Food Materials/ Class Supplement
- MUJICA, A. 1996. Cultivos Andinos. Universidad Nacional del Altiplano. Puno -Perú.
- MUJICA, A., ORTIZ R., BONIFACIO A., SARAVIA R., CORREDOR G., ROMERO A., JACOBSENS.E. 2006. Agroindustria de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los Países Andinos. Puno-Perú.
- NORMAN, N. Y JOSEPH, H. 2003. Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.
- REPO- CARRASCO, R. 1998. Introducción a la Ciencia y Tecnología de Cereales y de Granos Andinos. Lima – Perú.
- REYNOSO, A. 1996. Seminario Potencialidades Depredación de la Quinoa y sus Perspectivas para la Exportación. Región Moquegua, Tacna, Puno.
- ROMERO, A; BACIGALUPO, A. Y BRESANNI, R. 1985. Efecto de la Extrusión en Las Características Funcionales y la Calidad Protéica de la Quinoa. Archivo Latinoamericano Nutricion.
- SCHULER, E.EW. 1986. Twin-Screw Extrusion Cooking Systems for Food. Procesing. Cereal Foods World.

- SOTA GONZALES, B. E. 2003. Determinación de la Humedad Adecuada en las Proporciones de Cañihua (*Chenopodium pallidicante* Aellen) y Maíz (*Zea mays*) expandidos por extrusión.
- TAPIA, M. 1997. Cultivos Andinos Sub-Explotados y su Aporte en la Alimentación. II Edición. Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación. Santiago - Chile. pp: 271.
- TAPIA, M., MORON M. 1979. Cultivos Andinos Sub-Explotados y su Aporte en la Alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- VAN OSNABRUGGE, W. 1989. How to Flavor Baked Godos and Snacks Effectively. Food Technology. pp: 74-82.
- VILLACORTA, M. 1988. Transformación de Productos Agroindustriales Andinos para la Alimentación.





ANEXO 01.- TEXTURA

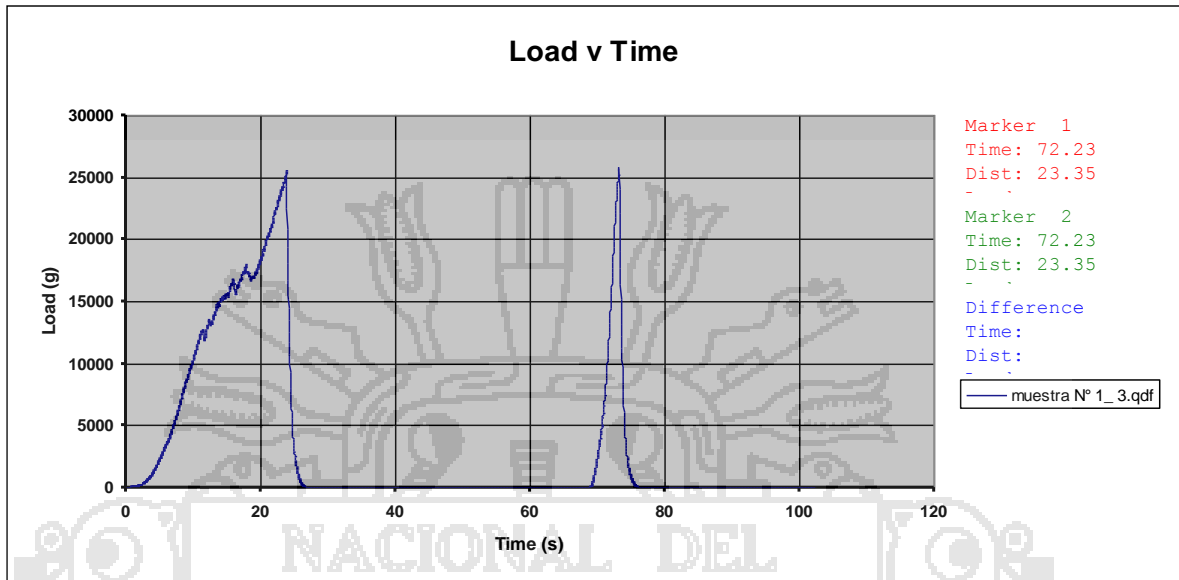
Cuadro 01: Variación de dureza para los niveles de enriquecimientos del snack

Tratamientos	Harina de quinua (g)	Gritz de maíz (g)	Queso (g)	Textura (g/f)
1	18.1	60.1	1.8	25156.7
2	41.9	60.1	1.8	25204.3
3	18.1	89.9	1.8	25129.8
4	41.9	89.9	1.8	25114.2
5	18.1	60.1	4.2	25262.05
6	41.9	60.1	4.2	25442
7	18.1	89.9	4.2	25194.2
8	41.9	89.9	4.2	25277.05
9	10	75	3	25258.1
10	50	75	3	25331.75
11	30	50	3	25437.1
12	30	100	3	25310.2
13	30	75	1	24472.95
14	30	75	5	25107.95
15	30	75	3	25309.45
16	30	75	3	25309.45
17	30	75	3	25309.45
18	30	75	3	25309.45
19	30	75	3	25309.45
20	30	75	3	25309.45

Fuente: Elaboración Propia

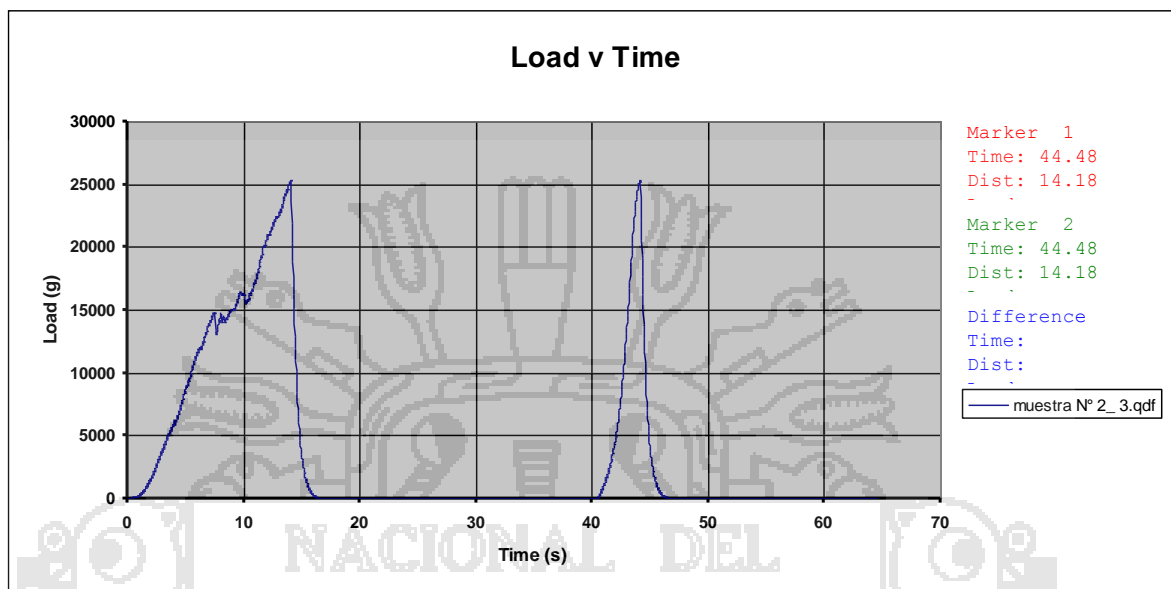
ANEXO 1.1.- GRAFICOS DE ANALISIS DE TEXTURA

GRAFICO N°1: TRATAMIENTO 1



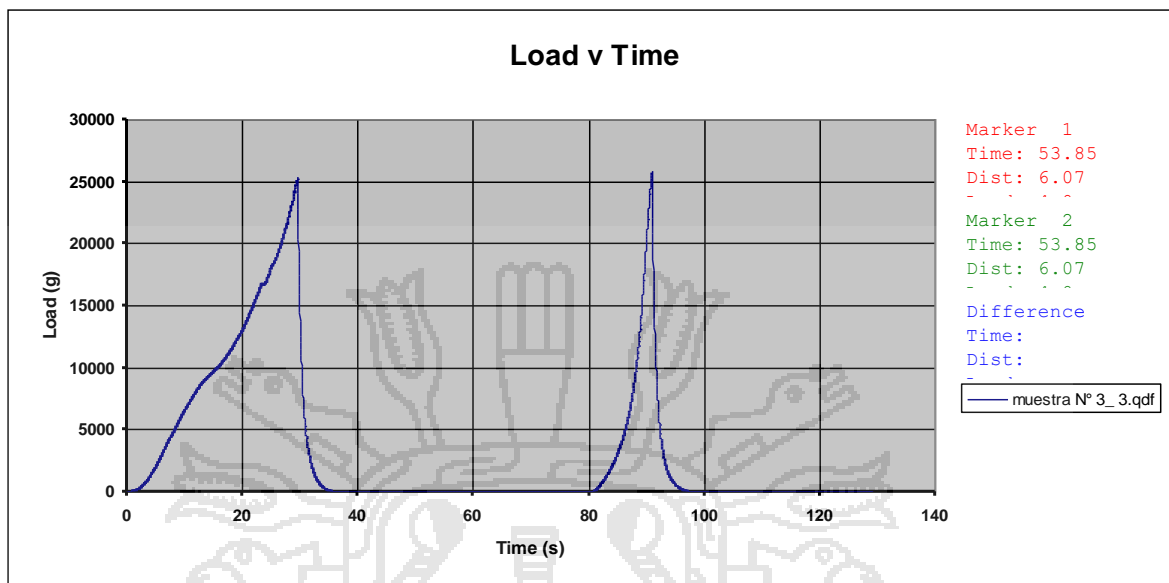
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0.00	G
Cohesiveness	0.19	-
Chewiness	16720.21	Gmm
Apparent modulus	1083.08	g/s
Adhesiveness	0.00	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25751.00	G
1st fracture dropoff	0.00	G
Corrected cohesiveness	0.15	-
Corrected chewiness	12712.04	Gmm
Hardness	25156.7	g/f
Gumminess	4976.25	G
Chewiness index	477.72	-
Adhesive forcé	0.00	G
Springiness	3.36	Mm
Springiness index	0.10	-
Quantity fractures	5.00	-
1st fracture deformation	0.00	Mm
Corrected gumminess	3783.35	G

GRAFICO N°2: TRATAMIENTO 2



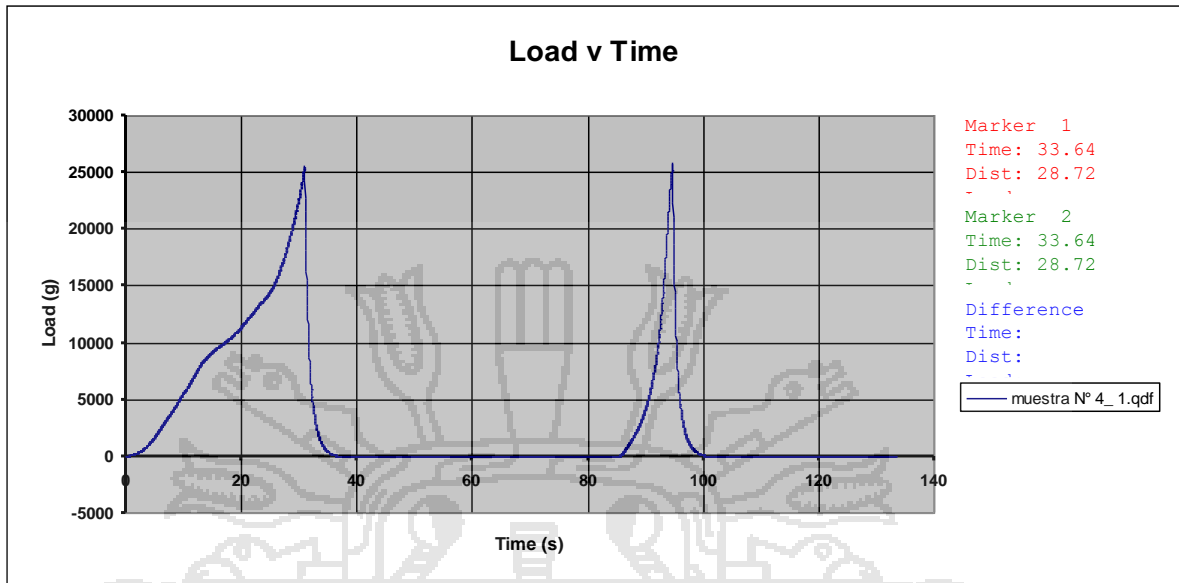
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	14755.00	G
Cohesiveness	0.27	-
Chewiness	18397.76	Gmm
Apparent modulus	2538.49	g/s
Adhesiveness	0.00	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25329.00	G
1st fracture dropoff	1490.00	G
Corrected cohesiveness	0.21	-
Corrected chewiness	14765.07	Gmm
Hardness	25204.3	g/f
Gumminess	6739.11	G
Chewiness index	525.65	-
Adhesive forcé	0.00	G
Springiness	2.73	Mm
Springiness index	0.08	-
Quantity fractures	7.00	-
1st fracture deformation	7.27	Mm
Corrected gumminess	5408.45	G

GRAFICO N°3: TRATAMIENTO 3



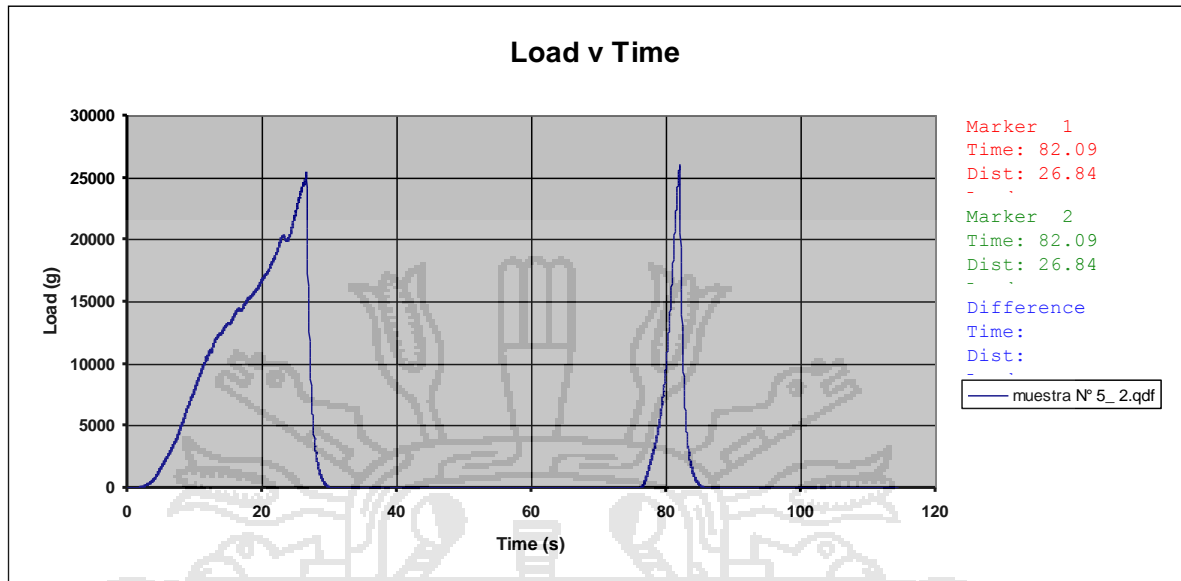
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0.00	G
Cohesiveness	0.30	-
Chewiness	71980.31	Gmm
Apparent modulus	819.17	g/s
Adhesiveness	0.00	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25857.00	G
1st fracture dropoff	0.00	G
Corrected cohesiveness	0.21	-
Corrected chewiness	50324.18	Gmm
Hardness	25129.8	g/f
Gumminess	7545.11	G
Chewiness index	2056.58	-
Adhesive forcé	0.00	G
Springiness	9.54	Mm
Springiness index	0.27	-
Quantity fractures	2.00	-
1st fracture deformation	0.00	Mm
Corrected gumminess	5275.07	G

GRAFICO N°4: TRATAMIENTO 4



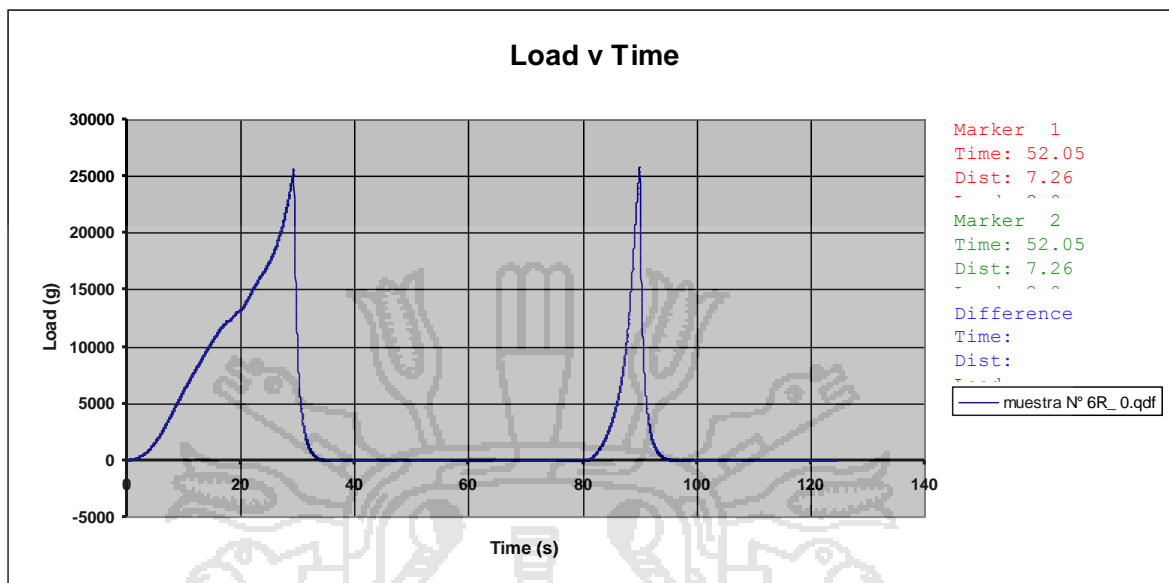
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0.00	G
Cohesiveness	0.28	-
Chewiness	58594.45	Gmm
Apparent modulus	784.12	g/s
Adhesiveness	-0.26	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25742.00	G
1st fracture dropoff	0.00	G
Corrected cohesiveness	0.19	-
Corrected chewiness	40159.50	Gmm
Hardness	25114.2	g/f
Gumminess	7093.76	G
Chewiness index	1674.13	-
Adhesive forcé	-1.00	G
Springiness	8.26	Mm
Springiness index	0.24	-
Quantity fractures	2.00	-
1st fracture deformation	0.00	Mm
Corrected gumminess	4861.92	G

GRAFICO N°5: TRATAMIENTO 5



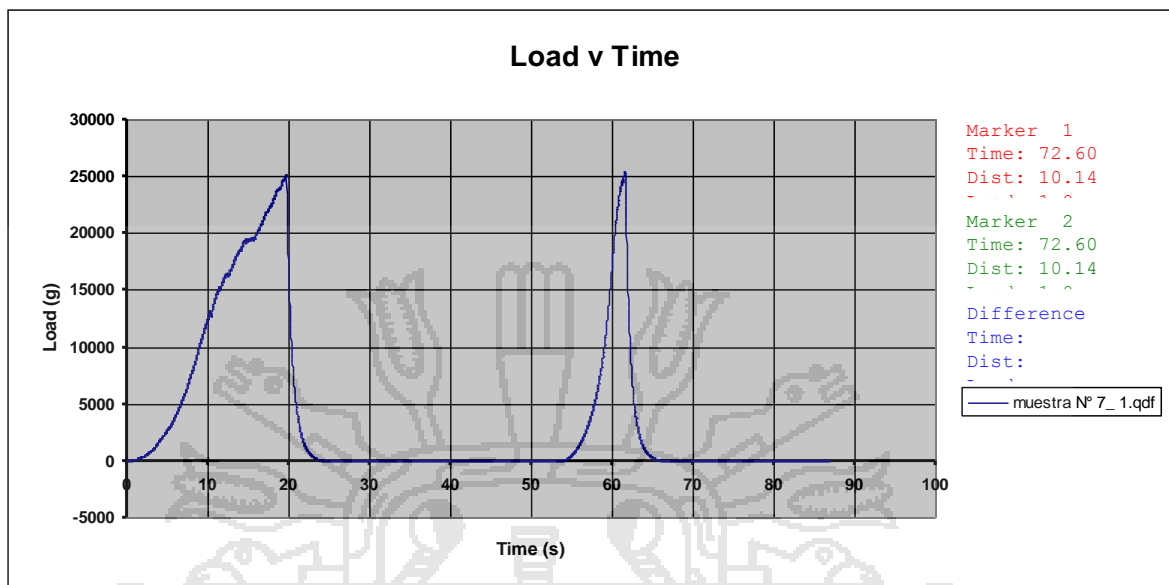
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0.00	G
Cohesiveness	0.21	-
Chewiness	26313.98	Gmm
Apparent modulus	951.14	g/s
Adhesiveness	0.00	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25994.00	G
1st fracture dropoff	0.00	G
Corrected cohesiveness	0.16	-
Hardness	25262.05	g/f
Gumminess	5459.33	G
Chewiness index	751.83	-
Adhesive forcé	0.00	G
Springiness	4.82	Mm
Springiness index	0.14	-
Quantity fractures	4.00	-
1st fracture deformation	0.00	Mm
Corrected gumminess	3961.84	G

GRAFICO N°6: TRATAMIENTO 6



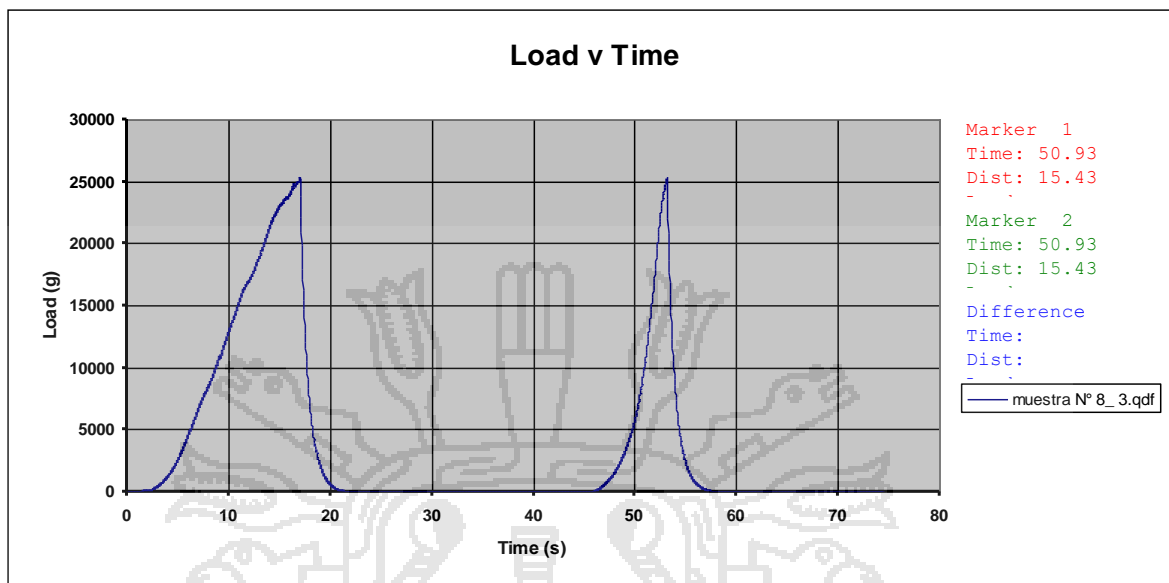
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0.00	G
Cohesiveness	0.27	-
Chewiness	56871.48	Gmm
Apparent modulus	840.77	g/s
Adhesiveness	0.00	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25758.00	G
1st fracture dropoff	0.00	G
Corrected cohesiveness	0.19	-
Corrected chewiness	39636.19	Gmm
Hardness	25442	g/f
Gumminess	6860.25	G
Chewiness index	1624.90	-
Adhesive forcé	0.00	G
Springiness	8.29	Mm
Springiness index	0.24	-
Quantity fractures	3.00	-
1st fracture deformation	0.00	Mm
Corrected gumminess	4781.20	G

GRAFICO N°7: TRATAMIENTO 7



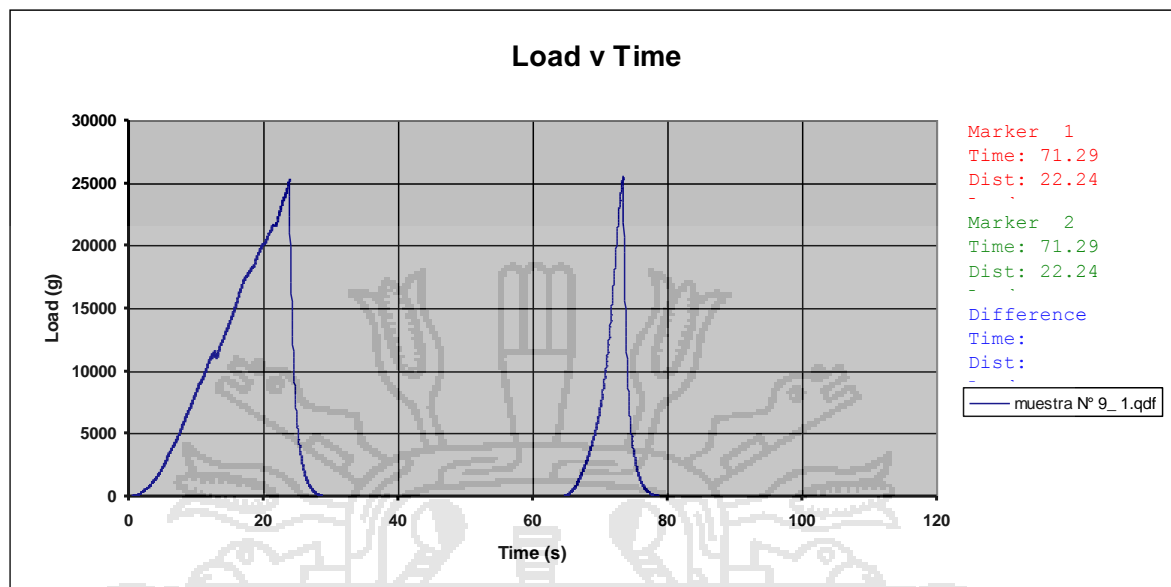
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	25118.00	G
Cohesiveness	0.34	-
Chewiness	52355.60	Gmm
Apparent modulus	1594.79	g/s
Adhesiveness	-2.03	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25425.00	G
1st fracture dropoff	1757.00	G
Corrected cohesiveness	0.25	-
Corrected chewiness	38817.48	Gmm
Hardness	25194.2	g/f
Gumminess	8485.51	G
Chewiness index	1495.87	-
Adhesive forcé	-1.00	G
Springiness	6.17	Mm
Springiness index	0.18	-
Quantity fractures	2.00	-
1st fracture deformation	19.33	Mm
Corrected gumminess	6291.33	G

GRAFICO N°8: TRATAMIENTO 8



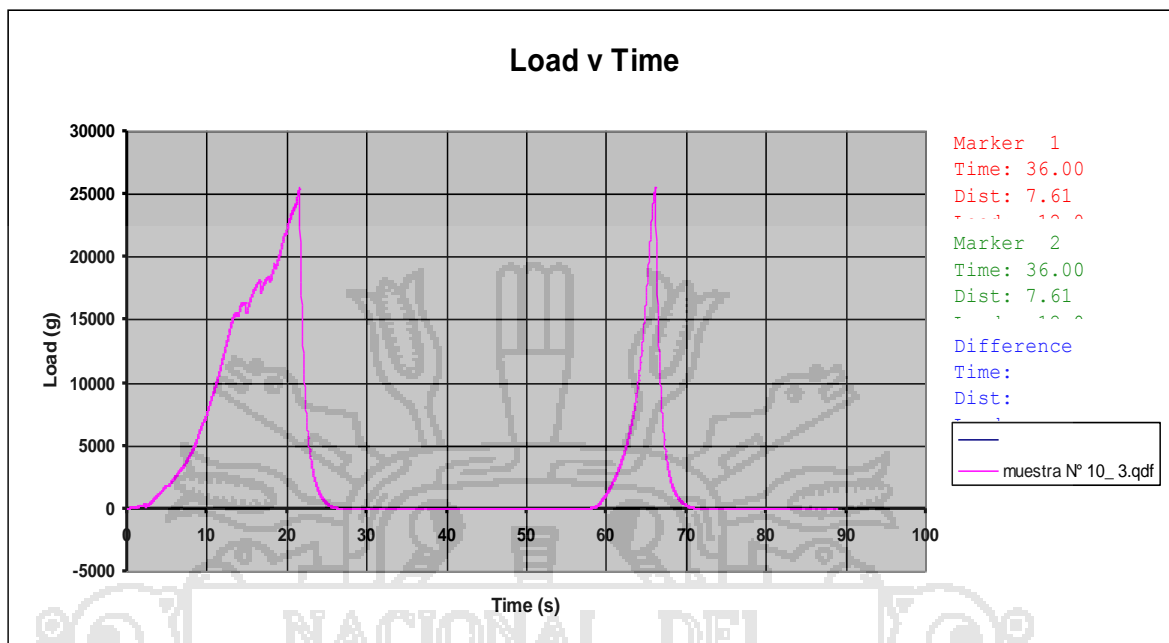
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	29.00	G
Cohesiveness	0.38	-
Chewiness	62081.00	Gmm
Apparent modulus	66.29	g/s
Adhesiveness	0.00	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25368.00	G
1st fracture dropoff	3.00	G
Corrected cohesiveness	0.28	-
Corrected chewiness	45722.77	Gmm
Hardness	25277.05	g/f
Gumminess	9507.04	G
Chewiness index	1773.74	-
Adhesive forcé	0.00	G
Springiness	6.53	Mm
Springiness index	0.19	-
Quantity fractures	5.00	-
1st fracture deformation	0.50	Mm
Corrected gumminess	7001.96	G

GRAFICO N°9: TRATAMIENTO 9



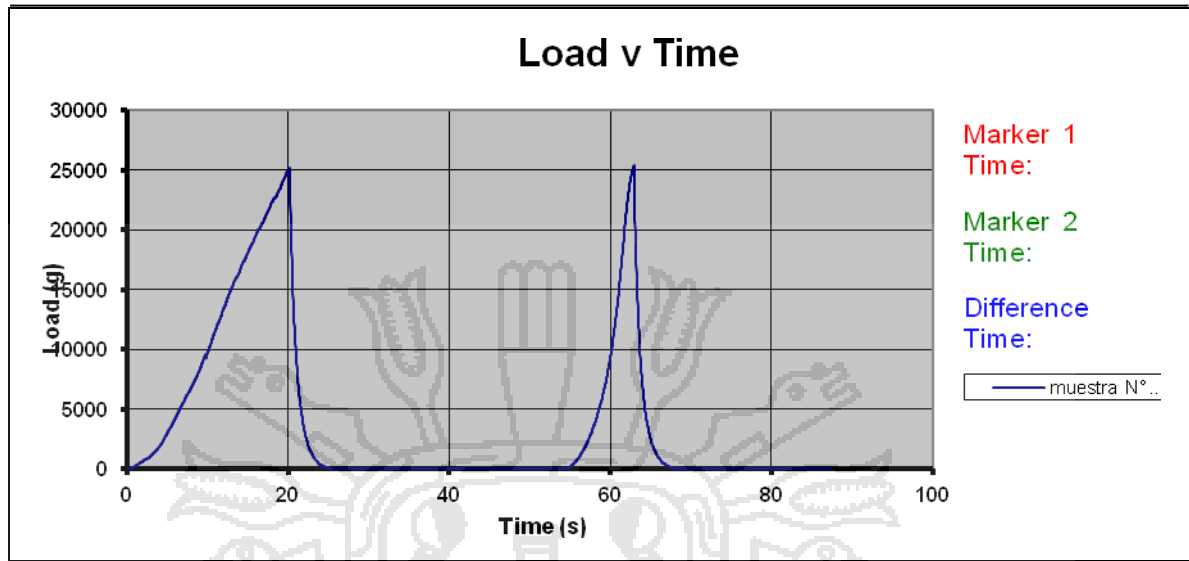
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0	G
Hardness	25258.1	g/f
Cohesiveness	0.311358213	-
Gumminess	7882.655762	G
Chewiness	0	Gmm
Chewiness index	0	-
Apparent modulus	1198.437866	g/s
Adhesive forcé	0	G
Adhesiveness	0	Gs
Springiness	0	Mm
Deformation	35	Mm
Springiness index	0	-
Hardness cycle 2	25604	G
Quantity fractures	3	-
1st fracture dropoff	0	G
1st fracture deformation	0.050000001	Mm
Corrected cohesiveness	0.219951436	-
Corrected gumminess	5568.510742	G
Corrected chewiness	0	Gmm

GRAFICO N°10: TRATAMIENTO 10



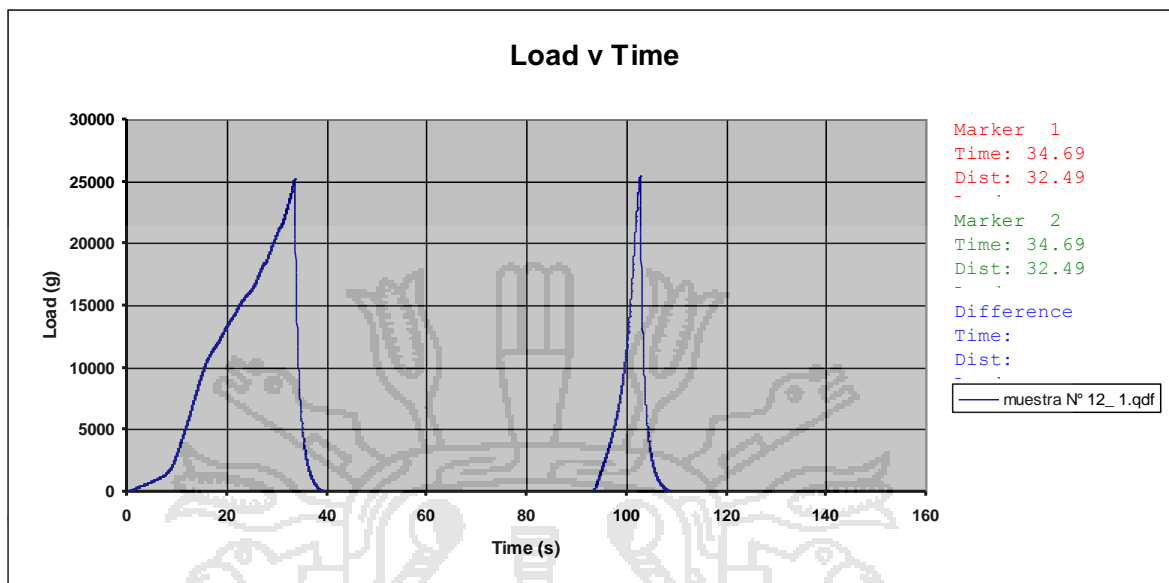
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	20	G
Hardness	25331.75	g/f
Cohesiveness	0.386506379	-
Gumminess	9748.077148	G
Chewiness	60340.60547	G
Chewiness index	1724.017212	-
Apparent modulus	106.6666641	G
Adhesive forcé	0	Gmm
Adhesiveness	0	-
Springiness	6.190000534	g/s
Deformation	35	G
Springiness index	0.176857159	Gs
Hardness cycle 2	25409	Mm
Quantity fractures	9	Mm
1st fracture dropoff	1	-
1st fracture deformation	0.419999987	G
Corrected cohesiveness	0.283268124	-
Corrected gumminess	7144.305176	G
Corrected chewiness	44223.25391	Mm

GRAFICO N°11: TRATAMIENTO 11



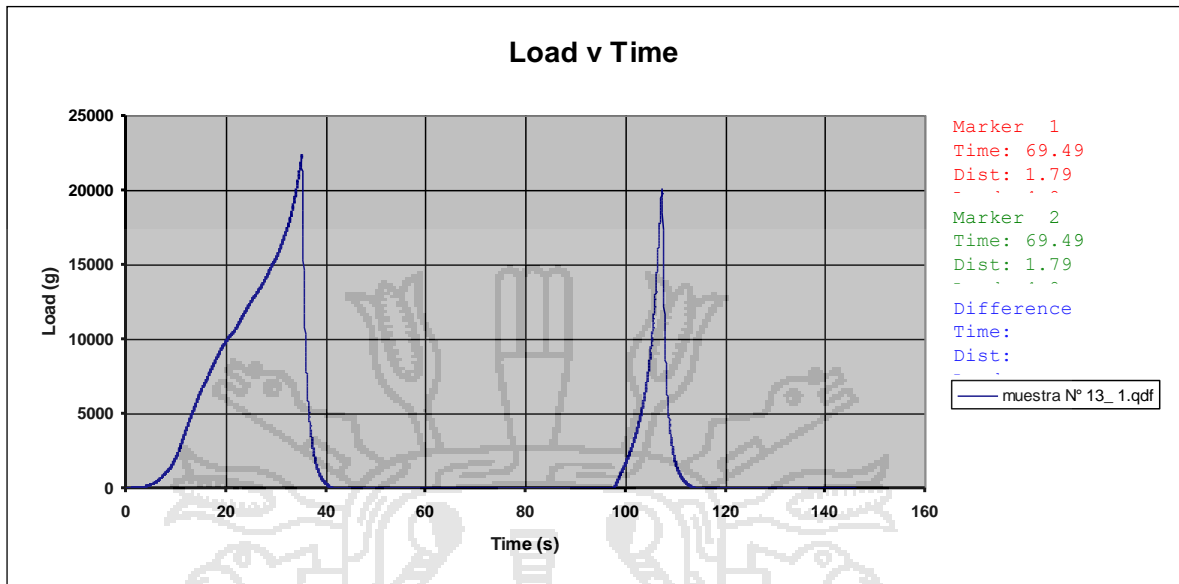
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0	G
Hardness	25437.1	g/f
Cohesiveness	0.376410455	-
Gumminess	9477.262695	G
Chewiness	74206.95313	Gmm
Chewiness index	2120.19873	-
Apparent modulus	1525.939453	g/s
Adhesive forcé	0	G
Adhesiveness	0	Gs
Springiness	7.82999897	Mm
Deformation	35	Mm
Springiness index	0.223714262	-
Hardness cycle 2	25372	G
Quantity fractures	1	-
1st fracture dropoff	0	G
1st fracture deformation	0	Mm
Corrected cohesiveness	0.237563163	-
Corrected gumminess	5981.365234	G
Corrected chewiness	46834.08203	Gmm

GRAFICO N°12: TRATAMIENTO 12



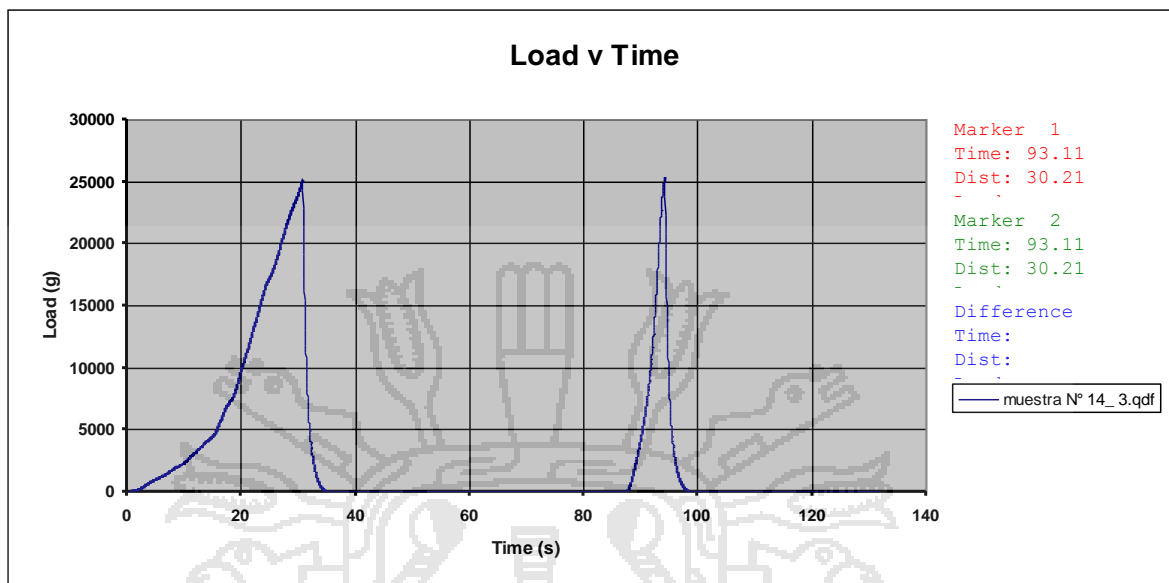
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0.00	G
Cohesiveness	0.28	-
Chewiness	0.00	Gmm
Apparent modulus	849.41	g/s
Adhesiveness	0.00	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25428.00	G
1st fracture dropoff	0.00	G
Corrected cohesiveness	0.19	-
Corrected chewiness	0.00	Gmm
Hardness	25310.2	g/f
Gumminess	7158.91	G
Chewiness index	0.00	-
Adhesive forcé	0.00	G
Springiness	0.00	Mm
Springiness index	0.00	-
Quantity fractures	3.00	-
1st fracture deformation	0.06	Mm
Corrected gumminess	4810.54	G

GRAFICO N°13: TRATAMIENTO 13



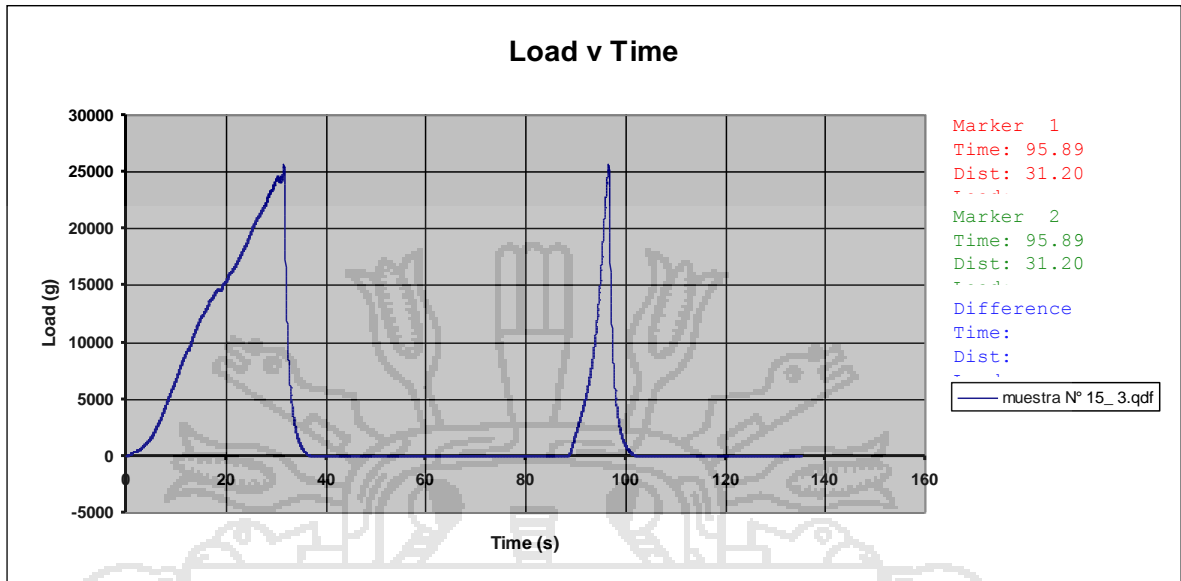
SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0.00	G
Cohesiveness	0.25	-
Chewiness	54077.17	Gmm
Apparent modulus	670.44	g/s
Adhesiveness	0.00	Gs
Deformation	35.03	Mm
Hardness cycle 2	20118.00	G
1st fracture dropoff	0.00	G
Corrected cohesiveness	0.15	-
Corrected chewiness	32733.08	Gmm
Hardness	24472.95	g/f
Gumminess	5662.53	G
Chewiness index	1543.74	-
Adhesive forcé	0.00	G
Springiness	9.55	Mm
Springiness index	0.27	-
Quantity fractures	0.00	-
1st fracture deformation	0.00	Mm
Corrected gumminess	3427.55	G

GRAFICO N°14: TRATAMIENTO 14



SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0.00	G
Cohesiveness	0.29	-
Chewiness	42663.62	Gmm
Apparent modulus	1335.15	g/s
Adhesiveness	0.00	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25323.00	G
1st fracture dropoff	0.00	G
Corrected cohesiveness	0.22	-
Corrected chewiness	31648.40	Gmm
Hardness	25107.95	g/f
Gumminess	7406.88	G
Chewiness index	1218.96	-
Adhesive forcé	0.00	G
Springiness	5.76	Mm
Springiness index	0.16	-
Quantity fractures	2.00	-
1st fracture deformation	0.00	Mm
Corrected gumminess	5494.51	G

GRAFICO N°15: TRATAMIENTO 15



SELECTED CALCULATIONS	VALORES	Units
Fracture force 1	0.00	G
Cohesiveness	0.23	-
Chewiness	43049.80	Gmm
Apparent modulus	888.82	g/s
Adhesiveness	0.00	Gs
Deformation	35.00	Mm
Hardness cycle 2	25648.00	G
1st fracture dropoff	0.00	G
Corrected cohesiveness	0.15	-
Corrected chewiness	28317.92	Gmm
Hardness	25309.45	g/f
Gumminess	6004.16	G
Chewiness index	1229.99	-
Adhesive forcé	0.00	G
Springiness	7.17	Mm
Springiness index	0.20	-
Quantity fractures	3.00	-
1st fracture deformation	0.00	Mm
Corrected gumminess	3949.50	G

ANEXO 02.- INDICE DE EXPANCIION

Cuadro 02: Resultados de Índice de Expansión

INDICE DE EXPANSION				
TRATAMIENTOS	REPETICIONES	DIAMETRO DEL SNACK DE MAIZ, QUINUA QUESO (mm)	DIAMETRO DEL DADO (mm)	INDICE DE EXPANSION
1	1	14,32	4	3,58
	2	14,16	4	3,54
	3	14,16	4	3,54
2	1	14,80	4	3,7
	2	14,88	4	3,72
	3	15,04	4	3,76
3	1	14,52	4	3,63
	2	14,40	4	3,6
	3	14,80	4	3,7
4	1	14,52	4	3,63
	2	14,60	4	3,65
	3	14,72	4	3,68
5	1	14,76	4	3,69
	2	15,32	4	3,83
	3	14,96	4	3,74
6	1	14,88	4	3,72
	2	15,20	4	3,8
	3	15,00	4	3,75
7	1	16,12	4	4,03
	2	16,36	4	4,09
	3	16,00	4	4
8	1	14,52	4	3,63
	2	14,76	4	3,69
	3	14,52	4	3,63
9	1	14,92	4	3,73
	2	15,08	4	3,77
	3	14,96	4	3,74
10	1	15,16	4	3,79
	2	15,40	4	3,85
	3	15,20	4	3,8
11	1	15,24	4	3,81
	2	15,36	4	3,84
	3	15,24	4	3,81
12	1	15,48	4	3,87
	2	15,52	4	3,88
	3	15,72	4	3,93



13	1	15,16	4	3,79
	2	15,28	4	3,82
	3	15,16	4	3,79
14	1	16,32	4	4,08
	2	16,20	4	4,05
	3	16,40	4	4,1
15	1	16,44	4	4,11
	2	16,28	4	4,07
	3	16,48	4	4,12
16	1	16,44	4	4,11
	2	16,28	4	4,07
	3	16,48	4	4,12
17	1	16,44	4	4,11
	2	16,28	4	4,07
	3	16,48	4	4,12
18	1	16,44	4	4,11
	2	16,28	4	4,07
	3	16,48	4	4,12
19	1	16,44	4	4,11
	2	16,28	4	4,07
	3	16,48	4	4,12
20	1	16,44	4	4,11
	2	16,28	4	4,07
	3	16,48	4	4,12

ANEXO 03.- EVALUACION SENSORIAL

Cuadro 03: Resultados de calificación de la evaluación sensorial.

CALIFICACION DE JUECES DE LA EVALUACION SENSORIAL								
JUECES	SEXO	EDAD	COLOR		SABOR		TEXTURA	
			M1	M2	M1	M2	M1	M2
1	M	11	4	4	4	3	5	3
2	F	11	4	4	4	3	5	3
3	M	11	3	3	4	3	5	3
4	F	11	5	4	4	3	5	3
5	M	11	4	3	4	3	4	4
6	M	11	3	4	4	4	4	4
7	M	11	3	5	4	2	4	4
8	F	11	3	2	5	4	5	4
9	F	11	3	4	3	5	4	4
10	F	11	2	2	3	5	5	2
11	M	11	4	5	3	4	4	2
12	M	11	3	3	3	3	5	2
13	F	11	3	3	5	3	4	2
14	M	11	4	4	5	3	4	2
15	F	11	5	5	5	2	4	3
16	M	11	5	4	5	2	4	2
17	F	11	4	4	4	2	5	4
18	M	11	3	4	3	2	5	4
19	M	11	2	4	3	2	3	4
20	F	11	1	4	4	3	4	3
21	M	11	1	3	4	3	3	3
22	F	11	3	3	4	3	4	4
23	M	11	4	3	3	3	3	4
24	M	11	4	3	4	4	3	4
25	F	11	3	5	3	4	4	3
26	F	11	4	5	5	4	5	3
27	M	11	5	3	4	4	4	3
28	F	11	5	3	4	3	4	3
29	F	11	4	2	5	3	4	2
30	M	11	4	4	5	3	4	3
31	M	11	4	4	5	2	5	2
32	F	11	4	3	3	2	5	2
33	F	11	3	3	4	4	5	3
34	F	11	3	3	4	5	5	3
35	M	11	3	4	5	5	5	3
36	F	11	3	3	5	5	5	3
37	M	11	3	2	3	3	5	3
38	F	11	2	3	3	3	5	3



39	M	11	2	2	3	5	3	4
40	F	11	2	3	3	4	4	3
41	F	11	2	4	4	2	4	4
42	F	11	3	4	4	4	4	3
43	M	11	2	4	5	3	3	4
44	M	11	5	4	4	2	3	3
45	M	11	4	3	5	3	5	4
46	F	11	1	3	4	4	5	3
47	F	11	4	3	5	5	5	4
48	M	11	3	3	5	4	5	3
49	F	11	4	2	4	3	4	4
50	M	11	4	2	5	2	4	3
51	M	11	4	2	4	5	4	4
52	F	11	4	1	5	5	4	3
53	F	11	3	1	4	2	3	4
54	M	11	4	5	5	2	3	3
55	M	11	3	4	5	2	5	4
56	M	11	4	4	5	2	5	3
57	M	11	2	3	5	2	5	4
58	M	11	2	3	5	2	4	3
59	M	11	4	3	5	2	5	4
60	MF	11	4	2	4	3	5	3
61	F	11	4	2	5	3	5	4
62	M	11	3	5	4	3	5	3
63	M	11	3	4	4	3	5	4
64	F	11	5	4	4	3	5	4
65	M	11	4	4	4	3	5	4
66	F	11	3	4	4	3	5	4
67	M	11	4	4	3	2	5	4
68	F	11	3	2	3	2	4	3
69	M	11	3	3	3	2	4	3
70	M	11	4	3	4	2	4	3
71	F	11	2	3	5	2	4	3
72	M	11	1	3	4	2	4	3
73	F	11	1	3	5	4	5	3
74	M	11	1	3	4	4	4	3
75	M	11	4	3	5	4	5	2
76	M	11	5	2	4	4	4	2
77	M	11	5	5	5	2	5	3
78	M	11	4	2	5	2	3	5
79	M	11	3	2	5	2	3	3
80	F	11	4	3	5	2	4	5
81	M	11	4	4	5	2	5	3
82	F	11	3	3	5	3	2	4
83	M	11	3	4	5	3	5	4

84	F	11	3	3	4	3	5	4
85	M	11	4	4	4	3	5	4
86	F	11	4	3	4	3	4	4
87	M	11	4	4	4	3	4	4
88	F	11	5	4	4	3	4	4
		TOTAL	296	292	370	269	380	292
		PROMEDIO	3.36	3.32	4.2	3.06	4.32	3.32



ANEXO 3.1.- FORMATO DE EVALUACION SENSORIAL**FORMATO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL****SNACK DE MAIZ ENRIQUECIDO CON HARINA DE QUINUA Y QUESO****1.- te gusta la quinua?**

a) si

b) no

Porque?.....

DEGUSTACION**2.- Como calificas el sabor del Snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso?**

1. me disgusta mucho
2. me disgusta
3. no me gusta ni me disgusta
4. me gusta
5. me gusta mucho

3.- Como calificas el color del Snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso?

1. me disgusta mucho
2. me disgusta
3. no me gusta ni me disgusta
4. me gusta
5. me gusta mucho

4.- Como calificas la textura del Snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso?

1. Muy duro
2. duro
3. ni suave ni duro
4. suave
5. muy suave

8.- que sugerencias nos das para mejorar el Snack de maíz enriquecido con harina de quinua y queso?

.....

.....

SEXO:

a) masculino

b) femenino

***EDAD**..... años.

ANEXO 4: CALCULOS

ANEXO 4.1.- ÍNDICE DE EXPANSIÓN:

$$\text{Índice de expansión} = \frac{\text{diámetro promedio de muestra (cm)}}{\text{diámetro matriz de salida (cm).}}$$

Donde:

- Diámetro del dado = 4mm

ANEXO 4.2.- EVALUACIÓN SENSORIAL:

Datos:

- Z= 1.96 ES EL NIVEL DE CONFIANZA, VALORES QUE PROVIENE DE LA TABLA DE DISTRIBUCIÓN (Z).
- P= 0.05 ES LA PROBABILIDAD DE ÉXITO O PROPORCION ESPERADA
- Q= 0.05
- N= 230 NUMERO DE POBLACION
- E= 0.05 MARGEN DE ERROR

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{E^2 * (N-1) + Z^2 * P * Q}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5 * 230}{(0.05)^2 * (230-1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 87.49 \approx 88 \text{ encuestas}$$

ANEXO 4.3.- INTERPOLACION PARA LEER EN LA TABLA F, NIVEL DE SIGNIFICANCIA 5%

Interpolación N° 1

48	1
40	4.08
X=48	X ₁
50	4.03

$$\frac{40 - 48}{48 - 50} = \frac{4.08 - X_1}{X_1 - 4.03}$$

$$X_1 = 4.04$$

Interpolación N° 2

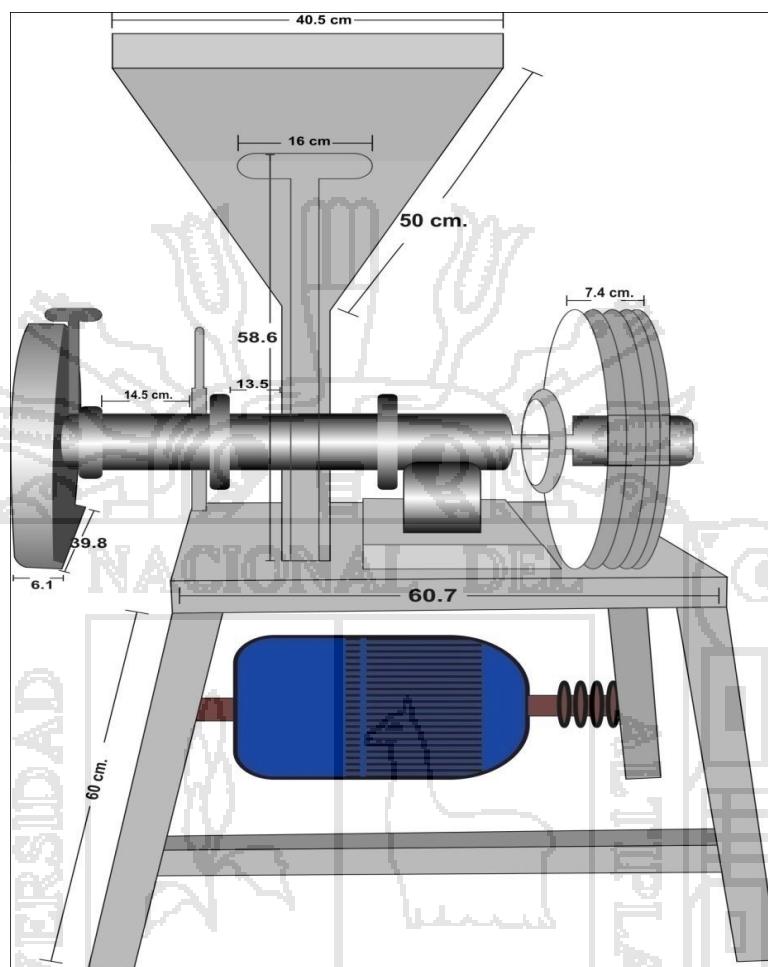
48	2
40	3.23
X=48	X ₂
50	3.18

$$\frac{40 - 48}{48 - 50} = \frac{3.23 - X_2}{X_2 - 3.18}$$

$$X_2 = 3.19$$

ANEXO 5: EXTRUSOR MONOTORNILLO

Extrusor monotornillo o Tornillo simple o único



Diámetro de tornillo sin fin	5cm
Longitud del tornillo sin fin	37cm
Tolva	80 – 100 Kg. /h
Motor	15 HP
Accionado	mediante 2 poleas y 6 fajas

FUENTE: Propia

**ANEXO 6: FOTOS DE LA ELABORACION DE SNACK DE MAIZ
ENRIQUECIDO CON HARINA DE QUINUA Y QUESO**

SELECCIONADO DE QUINUA



SELECCIONADO DE MAIZ



LAMINADO DE QUINUA



MOLIENDA PARA GRITZ DE
MAIZ



RALLADO DE QUESO PARIA



PESADO DE LA MEZCLA DE
MATERIAS PRIMAS



SNACK



ENVASADO Y ALMACENADO