



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA QUÍMICA

Profesor Patrocinante:
Eduardo Castro Montero
Departamento de Ciencias de los
Alimentos y Tecnología Química,
Universidad de Chile.

Director de Memoria:
Eduardo Castro Montero
Departamento de Ciencias de los
Alimentos y Tecnología Química,
Universidad de Chile.

**ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA MASA PARA PASTAS A
BASE DE HARINA DE QUINOA**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

CAROLINA ANDREA JARA DÍAZ

Santiago, Chile

2006

A Dios, mi familia, mis amigos y Don Bosco
“Nada es imposible para ti”

AGRADECIMIENTOS

Estas líneas son dedicadas a todas aquellas personas que han vivido junto a mi estos años de estudios y esfuerzo.

Agradecerle a mis padres Manuel y Tala, y a mi hermano Rodrigo, por todo el amor que me entregan, todo la fe y confianza que depositan en mi y que espero hasta hoy, haya podido responder con logros, satisfacciones y con todo el amor que les tengo y que les entrego día a día.

Agradecer a cada uno de los profesores que me formaron en mi carrera, en especial a don Eduardo Castro, por su tiempo, su dedicación hacia mi tesis, su siempre buena disposición y por mostrarme el camino a seguir para ser una profesional integral.

Agradecerles a don Carlos Zamora, Manuel Fonseca y Martita Argomedo por su ayuda y buena disposición durante estos años que he estudiado y trabajado en el departamento.

Agradecer a Jorge Cortés, por su compañía, paciencia y amor. Gracias por confiar en mi y soñar juntos en un proyecto de vida.

A mis amigos, a todos ellos que me han acompañado en su minuto, Cata, Francisco, Pili, Marcela y a aquellos que pertenecen a la Casa Juvenil, por toda su compañía, su ánimo y sus palabras de aliento para seguir adelante. En especial quiero nombrar a mi amiga Rolena, que durante todos estos años me ha acompañado con su alegría, con su tiempo, con su ayuda y su buena voluntad. Sin ti estos años hubiesen caminado más lentos, pero con tu sola compañía y amistad, se transformaron en dicha y felicidad.

Agradecer a Alejandro Valenzuela, que me ha acompañado desde el primer minuto de mi carrera, gracias por confiar en mi, por apoyarme y por decirme siempre “tu puedes”.

A mis compañeros de universidad, en especial a Nicolás, Alejandro, Patricio, Juan, Fernando, Daniel, Diana, Marcela, con ustedes he vivido cada minuto de este camino, siendo parte fundamental de mis logros. Muchas gracias por todo el apoyo, el cariño y la confianza.

Por último agradecer a mi familia, abuelos, tíos, primos, mi madrina Marisol, mi sobrina Isidora y en especial a Francisco, mi tío que hoy comparte junto a mi la dicha de la meta cumplida desde allá arriba, junto a mis abuelos Amalia, Héctor y mi tía Menita, ustedes son el aliento para vivir y ser cada día mejor.

Finalmente, pero no menos importante es agradecerle a Dios la oportunidad de vivir, ser feliz y jamás estar sola, porque tu siempre vives en mi.

TABLA DE CONTENIDO

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Tabla de contenido	v
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	ix
Resumen	x
Summary	xi
Capítulo I	
Introducción	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo General	3
1.1.2 Objetivos Específicos	3
1.2 Hipótesis	3
Capítulo II	
Antecedentes Generales	4
2.1 La Quínoa y sus propiedades	4
2.2 El arte de las pastas	7
2.3 El proceso de las pastas a nivel industrial	8
2.4 El comportamiento reológico de las masas	9
2.5 La resistencia de las pastas como medida de calidad	10
Capítulo III	
Materiales y Métodos	11
3.1 Materias Primas	11
3.2 Equipos	11
3.3 Materiales	13
3.4 Metodología	13
3.4.1 Etapa 1: Elaboración de harina de quínoa	13
3.4.2 Etapa 2: Pregelatinización de harina de quínoa	15

3.4.3	Etapa 3: Estudio reológico de masa	16
3.4.4	Etapa 4: Elaboración de pastas	19
3.4.5	Etapa 5: Prueba de resistencia	21
3.4.6	Evaluación sensorial	23
Capítulo IV		
	Resultados y Discusión	25
4.1	Prueba previa de ingredientes de la masa	25
4.2	Pruebas reológicas	26
4.2.1	Fuerza máxima	26
4.2.2	Fuerza máxima elástica	31
4.2.3	Porcentaje de deformación máxima	36
4.3	Prueba de resistencia	38
4.4	Evaluación sensorial	42
Capítulo V		
	Conclusiones	45
	Bibliografía	47
	Anexo 1 <i>“Planilla evaluación de aceptabilidad de tallarines de Quínoa”</i>	49
	Anexo 2 <i>“Resultados del test de aceptabilidad para la muestra Q (pastas a base de harina de quínoa)”</i>	50

INDICE DE TABLAS

	Pág.
✓ Tabla 1: <i>Comparación del valor nutritivo de la quínoa con algunos cereales (g/100g de parte comestible)</i>	6
✓ Tabla 2: <i>Contenido de minerales del grano de quínoa (mg/100g de parte comestible)</i>	6
✓ Tabla 3: <i>Fuerza máxima [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 30% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	26
✓ Tabla 4: <i>Fuerza máxima [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 40% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	26
✓ Tabla 5: <i>Fuerza máxima [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 50% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	27
✓ Tabla 6: <i>Fuerza máxima [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 60% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	27
✓ Tabla 7: <i>Fuerza máxima Elástica [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 30% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	31
✓ Tabla 8: <i>Fuerza máxima Elástica [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 40% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	31
✓ Tabla 9: <i>Fuerza máxima Elástica [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 50% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	32
✓ Tabla 10: <i>Fuerza máxima Elástica [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 60% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	32
✓ Tabla 11: <i>Porcentaje de deformación máxima a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 30% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	36

✓ Tabla 12: <i>Porcentaje de deformación máxima a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 40% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	36
✓ Tabla 13: <i>Porcentaje de deformación máxima a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 50% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	37
✓ Tabla 14: <i>Porcentaje de deformación máxima a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 60% de harina de quínoa en la mezcla.</i>	37
✓ Tabla 15: <i>Fuerza máxima [N] a distintos porcentajes de harina de Quínoa</i>	38
✓ Tabla 16: <i>Extensión fuerza máxima [mm] a distintos porcentajes de harina de Quínoa</i>	39
✓ Tabla 17: <i>Deformación fuerza máxima [%] a distintos porcentajes de harina de Quínoa</i>	39
✓ Tabla 18: <i>Resultados del módulo de Young para las distintas muestras</i>	40

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
✓ Figura 1: <i>Proceso de elaboración de harina de quínoa</i>	14
✓ Figura 2: <i>Harina en proceso de pregelatinización</i>	16
✓ Figura 3: <i>Máquina Universal de Ensayo de Materiales Lloyd Instruments Limited modelo LR5K y celda de kramer.</i>	18
✓ Figura 4: <i>Proceso de elaboración de pastas</i>	20
✓ Figura 5: <i>Pinzas soporte para realizar el ensayo de resistencia.</i>	23
✓ Figura 6: <i>Muestra de pastas a base de harina de quínoa a evaluar</i>	24
✓ Figura 7: <i>Fuerza máxima [N] aplicada para masa con 30% Quínoa, 30% agua y a 30°C</i>	28
✓ Figura 8: <i>Fuerza máxima [N] aplicada para masa con 40% Quínoa, 30% agua y a 50°C</i>	29
✓ Figura 9: <i>Fuerza máxima [N] aplicada para masa con 50% Quínoa, 28% agua y a 50°C.</i>	29
✓ Figura 10: <i>Fuerza máxima [N] aplicada para masa con 60% Quínoa, 30% agua y a 45°C.</i>	30
✓ Figura 11: <i>Fuerza máxima elástica [N] obtenida para masa con 30% Quínoa, 24% agua y 45°C</i>	33
✓ Figura 12: <i>Fuerza máxima elástica [N] obtenida para masa con 40% Quínoa, 26% agua y 50°C</i>	34
✓ Figura 13: <i>Fuerza máxima elástica [N] obtenida para masa con 50% Quínoa, 26% agua y 50°C</i>	34
✓ Figura 14: <i>Fuerza máxima elástica [N] obtenida para masa con 60% Quínoa, 30% agua y a 45°C.</i>	35
✓ Figura 15: <i>Gráfico de aceptabilidad de consumidores en pastas de quínoa versus la característica a evaluar.</i>	42
✓ Figura 16: <i>Porcentajes de aceptabilidad, indiferencia y rechazo de los jueces frente a los distintos parámetros evaluados de la pasta de quínoa.</i>	43

RESUMEN

El presente estudio trata sobre la elaboración de pastas a base de harina de quínoa, buscando obtener a través de pruebas reológicas y de resistencia la mezcla de harina de quínoa y harina de arroz más adecuada para la masa elaboradora de pastas.

El estudio de las propiedades reológicas se basó en la variación de parámetros como son la cantidad de harina de quínoa presente en la mezcla, temperatura y porcentaje de agua en la masa.

Se obtuvieron resultados óptimos para mezclas con 50% de harina de quínoa y 50% de harina de arroz, obteniendo valores de fuerza elástica de 167 [N].

Para la obtención de una adecuada fuerza elástica, la temperatura de la masa debe encontrarse por sobre los 45°C, mientras que el contenido de agua debe encontrarse en los rangos de 24% a 30% presentes en la masa.

Dentro del estudio se realizaron pruebas de resistencia para determinar el módulo de Young para las pastas elaboradas a base de harina de quínoa, obteniendo valores del orden de 10^{14} [N/m²] tanto para las muestras de pastas de quínoa como para una muestra de pasta comercial a base de trigo. Se corrobora que para pastas con 50% de harina de quínoa existe una mejor elasticidad presentando un módulo de Young de $1,49 \cdot 10^{14}$ [N/m²].

Finalmente se realizaron evaluaciones de aceptabilidad para las pastas elaboradas, obteniendo una aceptabilidad general de 5,7 de promedio, en una escala de evaluación de 1 “me disgusta extremadamente” a 9 “me gusta extremadamente”. El resultado obtenido se debió a que los parámetros de color, apariencia y textura obtuvieron altos porcentajes de rechazo, mientras que el aroma y sabor obtuvieron altos porcentajes de aceptación, lo cual es un buen indicador para el producto, ya que se trata de nuevos sabores, distintos a los conocidos por el consumidor.

SUMMARY

RHEOLOGICAL STUDY OF THE PROPERTIES OF DOUGH FOR PASTRIES WITH QUINOA FLOUR

The present study is about the elaboration of dough with quinoa flour, searching to obtain, through rheological tests and from resistance, the suitable mixture of quinoa flour and rice flour, for the elaboration of pastries dough.

The study of the rheological properties was based on the variation of parameters as are the amount of present quinoa flour in the mixture, temperature and percentage of water in the dough.

Optimal results for mixtures with 50% of quinoa flour and 50% of rice flour were obtained, getting values of elastic force of 167 [N].

For the obtaining of an adapted elastic force, the temperature of the dough must be over 45°C, while the water content present in it, must be in the ranks of 24% to 30%.

Within the study, resistance tests to determine the Young module for dough elaborated with quinoa flour were made, obtaining values of the order of 10^{14} [N/m²] as much for the pastry samples of quinoa as for a commercial pastry sample with wheat base. It is corroborated that for pastries with 50% of quinoa flour exists a better elasticity, displaying a Young module of $1,49 \cdot 10^{14}$ [N/m²].

Finally evaluations of acceptability for elaborated pastries were made, obtaining a general acceptability of 5.7 of average, in a scale of evaluation of 1 "I dislike it extremely" to 9 "I like it extremely". The obtained result was due to that the parameters of colors, appearance and texture obtained high percentages of rejection, whereas the aroma and flavor obtained high percentages of acceptance, which is a good indicator for the product, since they are new flavors different from the well known ones by the consumer.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

A la hora de elegir un producto, la sociedad es cada vez más exigente, el consumidor prefiere productos saludables y de alto contenido en nutrientes que aseguren una dieta equilibrada, como son los alimentos orgánicos. Hoy en día el mercado produce mayor cantidad de este tipo de alimentos y esta producción va en aumento a nivel mundial. Es el caso de las pastas elaboradas con distintos tipos de cereales orgánicos, como son las pastas elaboradas a base de harina de arroz, harina de maíz, harina de quínoa y otras, o una mezcla de estas para la obtención de una mejor calidad nutricional.

El presente estudio, patrocinado por el Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química de la Universidad de Chile, está orientado al desarrollo de pastas secas a base de harina de quínoa y que pretende buscar:

- ✓ Innovación en productos orgánicos que puedan ser elaborados a nivel industrial
- ✓ Apertura en el mercado de las pastas para aquellas personas que prefieren productos más saludables o que debido a la intolerancia al gluten buscan alternativas para su dieta
- ✓ Definición de los parámetros de obtención de una adecuada pasta alimenticia para el mercado, siendo atrayente para el consumidor.

Debido a esto, es necesario asegurar de forma certera las variables que influyen y condicionan la obtención de una buena pasta, y comprobar a través de bibliografía y de forma experimental si la harina de quínoa es óptima para la elaboración de este producto.

La selección de las variables son decisiones de ingeniería de un carácter complejo debido a que se busca la optimización del producto a un bajo costo de elaboración.

En este trabajo se pretende cuantificar la cantidad de harina de quínoa involucrada en la masa de la pasta, para esto es necesaria la verificación de una mezcla de distintas harinas y cantidades de éstas, para la elaboración de un producto final que cumpla con los requerimientos de una adecuada pasta y comparativamente aceptable para el consumidor.

La humedad necesaria de la masa es de fundamental importancia, ya que ésta brinda en parte la elasticidad presente y nos indica el tiempo de secado de la pasta, fundamental para obtener un resultado de alta calidad, resistente, libre de deterioros o posibles daños posteriores.

Finalmente, la temperatura cumple un rol importante en la elaboración de las pastas al momento de la extrusión de estas, ya que permiten la obtención de una masa elástica y por ende una pasta resistente y atractiva para el consumidor.

Todos los parámetros mencionados anteriormente influyen en gran medida en la obtención de propiedades reológicas como son la fuerza elástica y módulo de Young de la masa elaboradora de pastas.

La fuerza elástica es aquella aplicada a un material antes que presente una deformación permanente, mientras ésta sea mayor, se obtendrá una pasta con mejor elasticidad y resistencia, que permitirá elaborar pastas de mejor calidad. Mientras, el módulo de Young es la pendiente obtenida entre la fuerza aplicada a un material y la deformación de éste, siendo una medida de rigidez. Para las pastas es necesario obtener un bajo módulo de Young, que nos indicará menor dureza y mejor calidad en el producto final.

Debido a la ausencia de gluten en el producto en estudio, es importante medir estas condiciones tanto de la masa elaboradora como también de la pasta, ya que determinan la propiedad ligante de la harina o de la mezcla de ésta con otros componentes y permiten el desarrollo de un producto final de alta calidad, que es lo que se busca desarrollar en este estudio.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Determinar las propiedades reológicas de la masa para elaborar pastas a base de harina de quínoa o de alguna mezcla de ésta con otra harina y conocer la resistencia mecánica de éstas en forma comparativa a las pastas tradicionales.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar las condiciones óptimas en cuanto a elasticidad, fuerza de corte y deformación de la masa a base de quínoa o de una mezcla de ésta con otra harina para elaborar pastas.
- Identificar las variables que determinan las condiciones óptimas de la masa, como temperatura, contenido de agua y de harina de quínoa en la masa, y tiempo de secado de las pastas.
- Realizar un estudio comparativo de la resistencia mecánica entre pastas a base de harina de quínoa y las tradicionales a base de trigo.

1.2 Hipótesis del estudio

Según lo esperado, para mayor fuerza elástica de la masa elaborada en base a harina de quínoa, ésta debe encontrarse a altas temperaturas, bajo contenido de humedad y baja cantidad de harina de quínoa en la masa, obteniendo así también, una fuerza de corte mayor.

La resistencia de la pasta elaborada se obtendrá con tratamientos de secado cortos y bajo contenido de humedad.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES GENERALES

Para la elaboración de un producto nuevo, es necesario tener antecedentes sobre la materia prima a utilizar y los procesos para la elaboración del producto final.

Es por esto que se investigó sobre la quínoa y sobre las pastas, sus propiedades y su proceso, así como también sus características reológicas y mecánicas que son las que se estudiarán durante este trabajo.

2.1 La quínoa y sus propiedades

La Quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*) es un cereal alimenticio que se cultiva ampliamente en la región andina, desde Colombia hasta el norte de la Argentina para las condiciones de montañas de altura, aunque un ecotipo que se cultiva en Chile, se produce a nivel del mar. Domesticada por las culturas prehispánicas, se la utiliza en la alimentación desde por lo menos unos 3.000 años. Se le menciona como una especie de importancia a la llegada de los españoles a Sudamérica (Tapia, 1997).

El fruto de la Quínoa es un aquenio; el perigonio cubre una sola semilla y se desprende con facilidad al frotarlo. A su vez, la semilla está envuelta por un episperma casi adherido. Éste ha sido estudiado y se describe la presencia de cuatro capas:

- Una capa externa que determina el color de la semilla y que es de superficie rugosa, quebradiza y seca que se desprende fácilmente con el vapor.
- El color de la segunda capa difiere de la primera y se observa solo cuando la primera capa es traslúcida.
- La tercera capa es una membrana delgada, opaca, de color amarillo.
- La cuarta capa es traslúcida y está formada por una sola hilera de células que cubre el embrión (Tapia, 1997).

La saponina se ubica en la primera membrana. Su contenido y adherencia en los granos es muy variable y ha sido el motivo de diferentes estudios y técnicas para eliminarlo, por el sabor amargo que confiere al grano (Tapia, 1997). Pero estas sustancias se pueden eliminar con lavado de los granos en agua fría (JFSN, 2003).

Estas saponinas poseen propiedades detergentes muy fuertes, forman espuma estable en soluciones acuosas y presentan actividad hemolítica y sabor amargo y son en general de carácter tóxico para animales de sangre fría (Lépore, 2005).

El principal componente de los granos de quínoa es el almidón, que constituye el 60% del peso fresco del grano con sólo el 11% de amilosa. Sus gránulos pueden encontrarse aislados o en grupos más o menos compactos. Esta estructura contrasta con la de los cereales, donde los gránulos de almidón se encuentran aislados, son mucho más grandes y con un contenido de amilosa que va desde el 17% (arroz) al 28% (trigo) La estructura de la amilopectina del almidón de la quínoa es similar a la de los cereales, pero su elevado contenido hace que la pasta de quínoa sea más viscosa que la del trigo (Alía y cols., 2003).

El contenido de proteínas, próximo al 15%, es mayor que el del arroz y maíz y similar al del trigo duro. Están formadas por albúminas y globulinas, principalmente, y el bajo contenido en prolaminas y glutelinas hace que se afirme la quínoa que no tiene gluten. La carencia de gluten puede ser un factor restrictivo para el empleo de la harina de quínoa en panificación, pero es de gran utilidad para su uso en la dieta de personas sensibles a las que la presencia de gluten ocasiona afecciones de colon e importantes lesiones intestinales. Las proteínas de la quínoa presentan una proporción de aminoácidos más equilibrada que la de los cereales especialmente en lisina, histidina y metionina, lo que le proporciona un valor especial en las dietas vegetarianas (Alía y cols., 2003).

El pequeño grano contiene, asimismo, ácidos grasos esenciales para la dieta humana (contenido medio entre 5,3 y 6,3% del peso fresco) En la composición de los lípidos dominan los ácidos grasos insaturados, destacando su alto contenido de ácido linoleico (50,2-56,1%) y oleico (22,0-24,5%), y moderado de linolénico (5,4-7%) (Alía y cols., 2003).

Su harina se emplea como sustituto de la del trigo en la elaboración de pan, galletas, pastas, alimentos extrusionados tipo “snack”, alimentos para niños, papillas y menús de nueva moda (Alía y cols., 2003).

Para mayor comprensión observar las tablas comparativas del valor nutricional (tabla 1) y la tabla de contenido mineral del grano de quínoa (tabla 2).

Tabla 1: Comparación del valor nutritivo de la quínoa con algunos cereales (g/100g de parte comestible)

Cereal	Quínoa	Arroz	Avena	Trigo	Maíz
Calorías [kcal]	331	363	333	322	341
Humedad	9,8	12,3	9,6	11,6	10,6
Proteínas (N*5,7)	13,0	6,4	9,6	9,3	10,6
Lípidos	7,4	0,8	5,2	2,0	4,5
E.N.N.¹	64,1	79,7	57,3	72,0	68,0
Fibra cruda	2,7	0,3	14,7	3,7	4,8
Cenizas	3,0	0,5	3,5	1,4	1,8

Fuente: Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos (Schmidt-Hebbel, 1992).

Tabla 2: Contenido de minerales del grano de quínoa (mg/100g de parte comestible)

Mineral	mg/100g
Calcio	94
Fósforo	140
Hierro	16,8
Sodio	-
Potasio	-

Fuente: Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos (Schmidt-Hebbel, 1992).

¹ Extractos no nitrogenados se obtienen por diferencia (carbohidratos)

2.2 El arte de las pastas

La elaboración de pastas alimenticias a base de trigo es una práctica antigua que se sigue tanto en países donde se cultiva este cereal como en aquellos en que se importa (Bitran y Soto, 1973).

Las grandes industrias de Fideos Nacionales obtienen la sémola de sus propios molinos manteniendo un stock que les permite trabajar con regularidad (Bitran y Soto, 1973).

✓ **Triticum durum o trigo fideos:** es un trigo no apto para panificación debido a la baja extensibilidad, la alta tenacidad de la masa que forma. Es ideal para harina formadora de pastas (Feldman y cols., 2001).

Esta harina para pastas secas debe ser de un alto contenido proteico para lograr las condiciones nombradas anteriormente (Feldman y cols., 2001).

Los defectos más recurrentes en la elaboración industrial de pastas alimenticias secas son:

- *Fideo agrietado:* se debe a una deshidratación brusca en un corto período (Bitran y Soto, 1973). Se caracteriza por la presencia de fisuras internas en la pasta seca.
- *Contaminación por hongos, ácaros y polillas:* causado por una humedad residual superior a un 12%. La salida muy lenta de agua en la etapa preliminar también conduce a aumentar la contaminación y la acidez (Bitran y Soto, 1973).
- *Intensidad del color:* En parte el color depende de la cantidad de burbujas de aire presente. Si se aumenta la presión sobre la masa disminuye el número de burbujas, pero aumentan en tamaño y por ende la transmisión de la luz a través de ella, disminuyendo así la intensidad del color amarillo. Además, resiste mayor tiempo a la cocción (Bitran y Soto, 1973).

En el color también influye el tipo de trigo, si se elabora con harina integral se obtendrá un fideo oscuro de aspecto desagradable. Si se hace trigo blando harinero se obtendrá un fideo blanquizco y que pierde fácilmente su forma durante la cocción. Si se elabora con semolina de trigo duro le traspasará su color ámbar, atractivo para el consumidor (Bitran y Soto, 1973).

Por otra parte, la intensidad del color también está definida por la reacción de Maillard y a la tecnología de temperatura de la línea, es decir, alta o baja (Verdugo, 2006). Si la temperatura de secado sobrepasa los límites exigidos, tostará el producto haciéndolo variar su color (Bitran y Soto, 1973).

- *Formación de puntos blancos*: En el interior del fideo, lo que ocurre cuando se seca bruscamente o tiene un corto período de reposo, impidiéndose así que la humedad se distribuya homogéneamente en toda la masa (Bitran y Soto, 1973).
- *Grumos*: Causados por una mala distribución de los fideos en la bandeja durante el secado (Bitran y Soto, 1973).

2.3 El proceso de las pastas a nivel industrial

Las pastas secas de calidad, a diferencia de lo que a veces se cree popularmente, resultan más alimenticias que las pastas frescas. La diferencia radica en el hecho que las primeras son elaboradas exclusivamente con trigos candeales, distinguiéndose de las pastas frescas, que se fabrican con harinas panaderas de trigos blandos. Además, las pastas secas son enriquecidas con vitaminas y sales minerales, y a algunas se les incorpora huevo o espinacas (Zegers, 1988).

La pastificación se lleva a efecto en una línea continua y automática que trabaja 24 horas diarias. Esta se compone de un silo de alimentación de sémola, una prensa al vacío, un túnel de secado y un silo de estabilización y reposo (Zegers, 1988).

El silo de alimentación entrega la sémola a la prensa. En ésta se junta con el agua y se amasa, se le extrae el aire en una cámara al vacío, se prensa y se extruye a través de un molde que da la forma a los fideos. Luego éstos pasan automáticamente al túnel de secado, donde en un período de 5 a 24 horas, dependiendo del tamaño y características de las pastas, se secan bajando gradualmente su humedad inicial de 28 – 30% a 12 – 12,5%, que es la humedad final del fideo elaborado. Este proceso es una sucesión de secados y reposos, pasando por zonas de altas y bajas temperaturas. Más tarde, los fideos son enfriados y estabilizados en silos de reposo. Finalmente se envasan en films termosellables o cartulina (Zegers, 1988).

Al momento de cocinar, la cualidad más importante de las pastas elaboradas con trigo candeal es su resistencia a la sobrecocción: no se pega, no se deshacen, mantienen su forma y consistencia, y con una cocción adecuada se sienten al masticarlos, lo que los italianos llaman *al dente* (Zegers, 1988).

2.4 El comportamiento reológico de las masas

La viscosidad, la elasticidad y la fuerza tensil son factores determinantes del comportamiento de las masas. Las propiedades reológicas de las masas son de particular importancia por muchas razones. El amasado es una de las etapas fundamentales en los procesos de elaboración de productos provenientes del trigo (Feldman y cols., 2001).

Con el incremento de la mecanización y automatización en las industrias, las propiedades de la masa son importantes desde un punto de vista mecánico. El estudio de las propiedades físicas de la masa contribuye al conocimiento de la calidad del proceso de producción (Feldman y cols., 2001).

La fortaleza de los fideos es un criterio de calidad muy importante que puede afectar el procesamiento, envasado, almacenamiento y manipulación y posiblemente la reacción del consumidor. Con la finalidad de evaluar esta propiedad se han desarrollado diversas técnicas instrumentales, tales como aquellas basadas en pruebas de torsión y tensión. Estas técnicas son efectivas para determinar propiedades físicas fundamentales (De Hombre y Castro, 2003).

Es importante también estudiar las propiedades viscoelásticas y funcionales a través de procesos térmicos e identificar las proteínas. Las transiciones de fase provocan cambios en las propiedades físicas de los alimentos, el conocimiento de las temperaturas de transición vítrea y otras propiedades viscoelásticas son importantes en el control de los procesos de elaboración, almacenamiento y manipulación de alimentos, y para predecir las propiedades del producto, la calidad resultante y la estabilidad del alimento (Henriquez y Castro, 2002).

Se observa que en general existe pérdida de estructura cercana a los 60°C, predominancia del comportamiento elástico sobre el viscoso y ajuste a la Ley de la Potencia ($y = a * X^b$), ya que al variar la frecuencia este comportamiento no varía, pero se demuestra que los cambios estructurales observados por los diferentes barridos ocurren efectivamente a temperaturas cercanas a los 60°C (Henriquez y Castro, 2002).

2.5 La resistencia de las pastas como medida de calidad

La resistencia de las pastas además de ser determinadas a través de las propiedades reológicas en la masa, es importante analizarlas en la pasta ya elaborada. Para este propósito es que se aplica el Módulo de Young, determinando distintas composiciones de masa y distintas formas de las pastas. Muller (1977), reportó valores del módulo de Young determinados en fideos tipo tallarín secos, que van desde $0,27 * 10^{10}$ hasta $0,30 * 10^{10}$ [N/m²]. Señaló que cambios en la estructura y la composición, y en la temperatura, modificaron ligeramente estos valores (Alvarado, 1996).

Según los valores del Módulo de Young determinados en tallarines cilíndricos con diferente humedad, se observa que existe una asociación alta entre estos, a mayor humedad menor módulo de Young (Alvarado, 1996).

La calidad de un modelo de pasta a base de quínoa en cuanto a una alta elasticidad, implica un tratamiento térmico corto, un bajo contenido de agua y un bajo contenido de quínoa en la masa (Caperuto y cols., 2000).

Debido a que el módulo de Young corresponde a la pendiente entre la fuerza aplicada a un material y la deformación de éste, y siendo una medida de rigidez del material, se puede esperar que a menores valores obtenidos, la elasticidad de la pasta será mucho mejor, por lo que si se obtienen valores cercanos o mayores a los reportados por Muller, se estará frente a resultados deseables y aceptables para las pastas en estudio.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1 Materias Primas

- ✓ Semilla de quínoa pulida San Javi proveniente de CEAZA (Centro de Estudios Avanzados de Zonas Áridas) Cosecha año 2006
Señor Enrique Martínez y Señor Pablo Jara
Localidad de La Serena

- ✓ Harina de arroz
Elaborada por Tostaduría “Paso de las Delicias”
Envasado por Sociedad Tostaduría “Paso de las Delicias”
Región Metropolitana

- ✓ Almidón de papa (chuño)
Elaborada por Tostaduría Paso de las Delicias
Envasado por Sociedad Tostaduría Paso de las Delicias
Región Metropolitana

- ✓ Pasta comercial “Nidos de Fettuccine”
Marca Talliani
Empresa Lucchetti S.A.

3.2 Equipos

- ✓ Estufa de Secado
Marca: Heraeus
Typ: TU 60/ 00 1977
Fabr. Nr: 94103472
Nenn Temp: 300°C 1/PE AC 230volt 50Hz 12,3 a 2,8Kw

✓ Molino mixto martillo/cuchillo

Marca: Retsch GmbH 5657 HAAN
Type: SR-2
Nr: 73454
Watt: 1100 Volt: 3x380 50Hz
Datos: West-Germany.

✓ Balanza Granataria:

Marca: Precisa
Modelo: 1620D
Type: 30-9533/6
Datos: Made in Switzerland

✓ Agitador eléctrico:

Marca: Hobart
Modelo: A -200
Serie: 1414
Datos: HP 1 AMP 7,4 Volts 220 Fases 1 RPM 1425
Fabricado en Chile bajo licencia de The Hobart Manufacturing CO. USA

✓ Caldera

Marca: Wima
Fabrik Nr: 7212
Typ: ME12
Datos: Capacidad 9,8 L Presión 6 Bar Potencia 12 kw

✓ Máquina universal de ensayo de materiales Lloyd Instruments LR5K, con celda Kramer o pinzas soportes para pruebas de tracción.

✓ Máquina elaboradora de pastas

Marca: Attimo
Datos: Acero cromado 3 piezas

- ✓ Autoclave
- ✓ Quemadores a gas

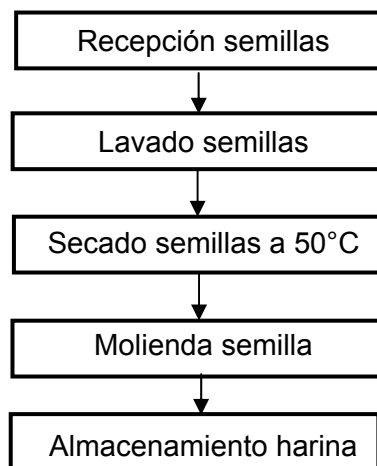
3.3 Materiales

- ✓ Fuentes plásticas
- ✓ Colador
- ✓ Bandejas metálicas
- ✓ Ollas
- ✓ Termómetro láser
- ✓ Tabla plástica
- ✓ Uslero
- ✓ Cucharón de madera
- ✓ Cañas metálicas
- ✓ Papel de envolver
- ✓ Papel aluminio

3.4 Metodología

3.4.1 Etapa 1: Elaboración de harina de quínoa

A. Diagrama de Bloques



B. Descripción diagrama de bloques

- Recepción semillas: La quínoa pulida San Javi proveniente de la localidad de La Serena es recepcionada y almacenada en un lugar fresco y seco hasta su uso.
- Lavado semillas: Se pesan entre 1 kilo y 1 kilo 300 gramos en una balanza granataria y son depositados en un recipiente. Se realiza un lavado manual como primera instancia con agua fría para eliminar las saponinas presentes en la semilla, luego se enjuagan y se elimina el agua, y se colocan las semillas en el agitador mecánico con agua fría para ayudar al lavado y a la eliminación de las saponinas. Este proceso de lavado manual y luego lavado mecánico se desarrolla hasta que no exista presencia de espuma en el agua de limpieza.
- Secado semillas: Las semillas son colocadas en bandejas metálicas o en bandejas de malla metálicas y colocadas en la estufa de aire forzado con extracción de aire a una temperatura de 50°C por un período aproximado de 3 horas para alcanzar una humedad de 15%.
- Molienda semillas: Posterior al secado, las semillas son sacadas de la estufa, colocadas en un recipiente donde se espera el enfriamiento de éstas y llevarlas al molino. El molino a utilizar es un modelo mixto de martillo/cuchillo utilizando una malla de 60 mallas para la formación de la harina.
- Almacenamiento harina: La harina de quínoa es almacenada en bolsas de papel de envolver y ubicados en un lugar fresco y seco para su posterior utilización.

Figura 1: Proceso de elaboración de harina de quínoa.



1.A. Lavado Quínoa



1.B. Quínoa colocada en bandejas



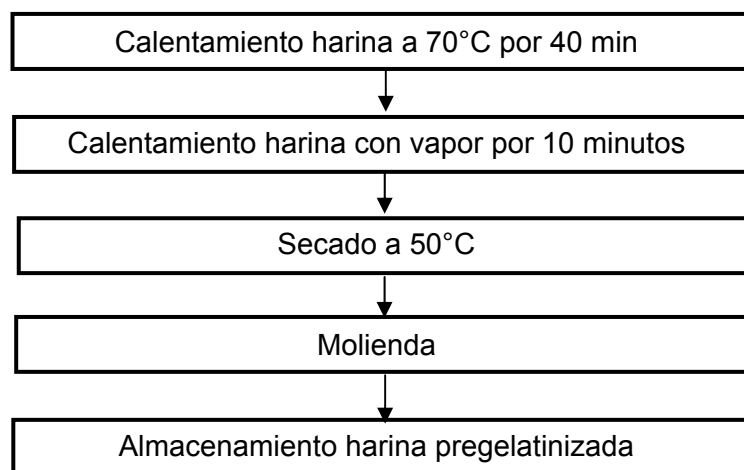
1.C. Secado en Estufa



1.D. Molienda en molino mixto.

3.4.2 Etapa 2: Pregelatinización de harina de quínoa

A. Diagrama de Bloques



B. Descripción diagrama de bloques

- Calentamiento harina: Colocar un depósito con agua en los quemadores y controlar la temperatura a través de un termómetro hasta que el agua llegue a 70°C. Se mantiene la temperatura y se incorpora la harina de quínoa a la olla con agua y se revuelve hasta que toda la harina haya sido incorporada al agua y se mantiene por 40 minutos, formándose una masa acuosa y espesa.
- Calentamiento de harina con vapor: El depósito se retira de los quemadores y se coloca en el autoclave y a través de una manguera conectada a la caldera se incorpora vapor a la masa por 10 minutos mientras se revuelve manualmente.

- Secado: La masa se coloca en bandejas metálicas y se esparce una capa delgada que cubra toda la bandeja, la cual se coloca en la estufa de aire forzado con extracción de aire a una temperatura de 50°C hasta que se forme una lámina seca. Luego se quiebra esta lámina y se lleva a la molienda.
- Molienda: Los pedazos de lámina son llevados al molino mixto de martillo/cuchillo utilizando una malla de 60 mallas para la formación de la harina pregelatinizada.
- Almacenamiento harina pregelatinizada: La harina pregelatinizada es almacenada en bolsas de papel kraft y ubicados en un lugar fresco y seco para su posterior utilización.

Figura 2: Harina en proceso de Pregelatinización.



3.4.3 Etapa 3: Estudio reológico de masa

Antes de comenzar con los estudios de reología de la masa, es necesario realizar una prueba para determinar los ingredientes de las pastas.

Para esto se realizaron pruebas de elaboración de pastas con las siguientes mezclas con agua

- Harina de quínoa
- Harina de quínoa con almidón de papa
- Harina de quínoa con harina de arroz
- Harina de quínoa con harina de arroz y almidón de papa.

Se elaborarán las pastas con estas 4 mezclas distintas, en distintas proporciones hasta que se obtenga una pasta de condiciones adecuadas, se secaron a 37°C por un período de 3 horas y se almacenaron para luego ser cocinadas.

Al momento de cocinar se evaluaron como óptimas aquellas que tengan mayor resistencia a la cocción, manteniendo de mejor manera su forma y que presenten mayor sabor a quínoa.

Posterior a la selección de la mezcla de ingredientes se procederá al estudio de las propiedades reológicas de la masa.

El estudio de las propiedades reológicas de la masa se realizará a través de la Máquina Universal de Ensayo de Materiales Lloyd Instruments Limited modelo LR5K. El equipo Lloyd utilizará un cabezal de 5 [kg/N] y equipado con una celda Kramer. Con este método se obtiene la "fuerza aplicada a la masa en el corte" para medir la dureza o la suavidad de la masa. Una muestra es colocada en la celda y cortada a través de los cuchillos, registrándose la curva de esfuerzo deformación y obteniéndose también la elasticidad de la masa. Para comenzar el estudio es necesario estandarizar el equipo y obtener la velocidad necesaria de corte con la cual se trabajará.

Para realizar esto se realizarán mediciones estándares a través de masa en base a harina de quínoa, con una temperatura de la masa ambiente, es decir, 25°C y contenido de agua estándar en pastas tradicionales que van entre 18 – 20% en base al total de la masa (Verdugo, 2006). Se deben realizar mediciones y obtener la resistencia de la muestra y la velocidad de deformación a trabajar. Para esto la resistencia de la muestra no debe presentar diferencias significativas entre mediciones a una misma velocidad.

A través de bibliografía (De Hombre y Castro, 2003) sobre un estudio de pastas se tomará como velocidad de referencia para iniciar la determinación de ésta, de 10cm/min, utilizado en pastas cocidas. La cantidad de masa a utilizar en cada medición debe corresponder 10 g en forma de esférica, colocada en el centro de la celda. Realizada la estandarización del equipo y la determinación de la velocidad de deformación, se comenzarán a realizar las mediciones requeridas.

Los parámetros a variar serán:

- Temperatura:

La temperatura de la masa varía entre 30°C y 50°C, con variación de 5°C por medición (Caperuto y cols., 2000).

Se aplicará el calor necesario a la masa a través de la estufa, formando la masa y envolviéndola en papel aluminio para evitar pérdida de humedad, y colocándola hasta alcanzar la temperatura deseada.

- Contenido de agua aplicado a la formación de la masa:

El contenido de agua en la masa se cuantificará bajo porcentajes en base al total de la masa.

El parámetro de variación será entre 24% y 32% de agua en la masa (Caperuto y cols., 2000).

- Cantidad de harina de quínoa en la masa:

Si se determina anteriormente que existirá una mezcla con otros ingredientes, es necesario determinar la cantidad de harina de quínoa en la mezcla y su influencia en las propiedades reológicas de la masa.

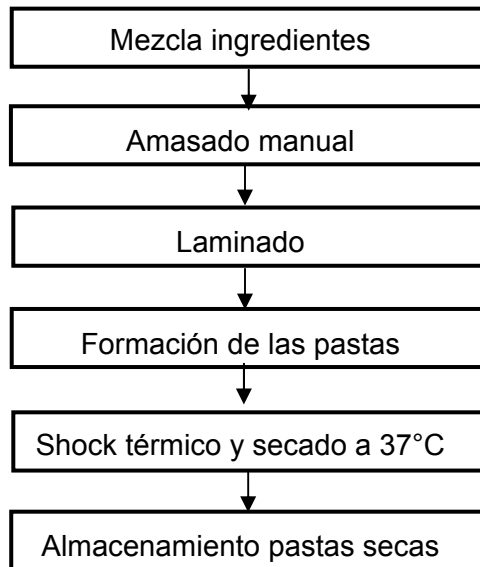
El parámetro de variación será entre 30% y 60% de harina de quínoa en la masa, que es el rango en que la mezcla variará en los ensayos preliminares a realizar.

Figura 3: Máquina universal de ensayo de materiales Lloyd Instruments Limited modelo LR5K y celda kramer.



3.4.4 Etapa 4: Elaboración de pastas

A. Diagrama de Bloques



B. Descripción diagrama de bloques

Determinadas las propiedades reológicas se elaborarán pastas del tipo comercial fettuccine 97, elaborándolas a distintas cantidades de harina de quínoa, y según lo obtenido en el estudio reológico utilizar la cantidad de agua y la temperatura con la que se obtiene una mejor elasticidad para ese porcentaje de harina de quínoa en la masa.

- Mezcla de ingredientes: En un recipiente se mezclan la harina de quínoa, el agua y el otro ingrediente según se haya determinado en los ensayos anteriores.
- Amasado manual: realizar un amasado que ayude a la formación de la masa y a la incorporación de los ingredientes. Amasar hasta que se obtenga una masa compacta, que no se pegue a en los dedos y que no se resquebraje. La masa es colocada en papel aluminio en la estufa a la temperatura indicada para mejorar las propiedades viscoelásticas de ésta.
- Laminado: Retirar la masa y colocarla en una tabla plástica y con un uslero formar una lámina de masa, la que posteriormente se colocará en la máquina formadora de pastas.
- Formación de las pastas: Utilizando la máquina formadora de pastas, colocar la lámina en la estiradota en el nivel 1, pasarla 2 a 3 veces y luego cambiar al nivel 2

de la estiradota, hacer pasar la masa una vez y repetir el procedimiento en los niveles 3, 4 y 5 de la estiradora.

La lámina estirada se colocará en la parte formadora de pastas, por donde se hará pasar, obteniendo así las pastas ya formadas.

- Shock térmico y Secado: Las pastas son colgadas en cañas metálicas donde a través de una manguera conectada a la caldera se tratan las pastas con vapor por 3 minutos, produciendo un shock térmico sobre ellas, que permitirán aumentar la resistencia y mantener la forma de las pastas. Luego se colocan en la estufa a 37°C con aire forzado y extracción de aire hasta obtener pastas con 12% de humedad. Determinar el tiempo de secado óptimo.
- Almacenamiento pastas secas: Retiradas las pastas de la estufa, se cortará de forma manual los arcos formados por el secado en las cañas y se colocarán las pastas en bolsas de papel kraft y serán almacenadas en un lugar fresco y seco para su posterior utilización.

Figura 4: Proceso de elaboración de pastas



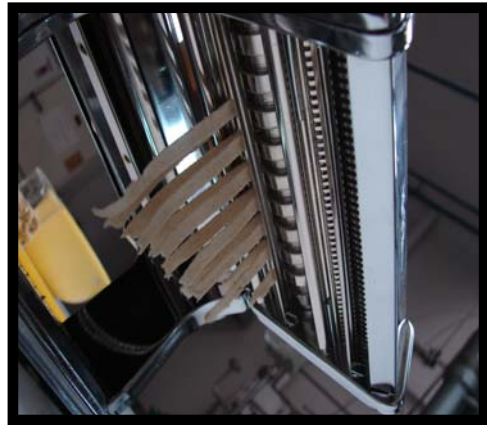
4.A. Mezcla harina de arroz
y harina de quínoa



4.B. Amasado



4.C. Formación de lámina



4.D. Formación de pastas



4.E. Shock térmico y secado en estufa

3.4.5 Etapa 5: Prueba de resistencia

Se realizaron pruebas de resistencia aplicando el Módulo de Young.

El estudio se realizó comparativamente con pastas comerciales y las pastas elaboradas a distintas cantidades de harina de quínoa y de agua en la masa.

- Se cocinó las pastas a base de harina de quínoa hasta obtener la pasta a punto.
- Se coló la pasta y eliminó el exceso de agua presente.
- Se colocó la pasta afirmada de las pinzas colocadas en la máquina universal de ensayo de materiales Lloyd Instruments Limited modelo LR5K. Se colocaron muestras de 6 cm de largo, con 1 cm de pasta dentro de las pinzas.

- Aplicar una fuerza de tracción sobre la pasta y obtener la gráfica esfuerzo deformación, obteniendo las fuerzas máximas aplicadas, extensiones y deformación.
- Seguir igual procedimiento con la muestra comercial.
- Calcular el Módulo de Young

Para la obtención del Módulo de Young, se aplicó la siguiente ecuación:

$$(MY) = M * g * l^3 / 12 * \pi * R^4 * h$$

Donde:

MY es el módulo de young [N/m²]

M es la carga en [Kg]

g es la constante gravitacional [9,81 m/s²]

l el largo en [m]

R es el radio del tallarín en [m]

h es el descenso vertical en el centro [m]

Como se trabajó en tallarines tipo fettuccine, es necesario obtener el diámetro equivalente de estos para obtener el radio.

Así, se aplicó la ecuación para obtener el diámetro equivalente que es

$$D_e = \frac{4 * A}{\Psi}$$

Donde:

A es el área del tallarín = 0,06 cm²

Ψ es el perímetro del tallarín = 1,4 cm

Las dimensiones de la sección del tallarín son:

Largo: 0,6 cm

Ancho: 0,1 cm

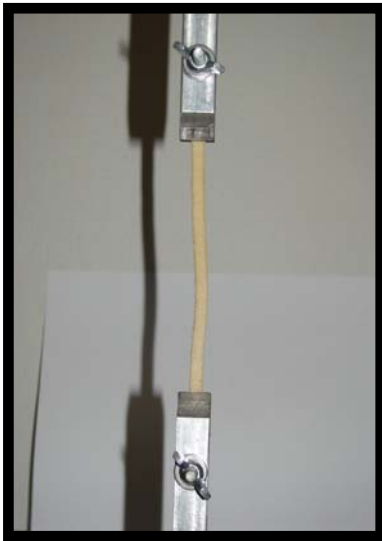
Finalmente, reemplazando estos datos en la ecuación se obtuvo que el diámetro equivalente es de 0,17 cm

La carga presente en el equipo Lloyd es de 5KN, por lo cual se debe realizar una conversión para obtener los kilos presentes.

Sabemos que $1\text{N} = 0,102 \text{ kg-f}$

Entonces $5\text{KN} = 510 \text{ kg-f}$

Figura 5: Pinzas soporte para realizar el ensayo de resistencia.



3.4.6 Evaluación Sensorial

Se realizó un test de aceptabilidad para consumidores, donde se puede determinar estadísticamente la evaluación que se hace del producto en cuestión, en este caso, las pastas elaboradas a base de harina de quínoa.

El test se desarrolló para las pastas que presentaron mejor resistencia. Cada juez tuvo que evaluar una muestra de pastas.

Las muestras fueron preparadas solo con sal, para que así se pueda evaluar de mejor manera la intensidad y presencia de la quínoa en las muestras. Además al momento de la evaluación, las muestras fueron presentadas recién cocinadas y calientes.

Figura 6: Muestra de pastas a base de harina de quínoa a evaluar



La evaluación realizada por cada juez, se llevó a cabo por medio de una escala hedónica, en la cual el número 1 representa “me disgusta extremadamente” y el número 9, “me gusta extremadamente”. La evaluación se realizó a los descriptores color, apariencia, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general.

Cada juez expresó sus resultados en la ficha que se entrega junto a la muestra. Los datos de cada ficha se transfieren a la hoja maestra para su posterior análisis estadístico.

Los resultados se expresaron en gráficos de promedios, y gráficos de porcentaje de rechazo, indiferencia y aceptación de cada una de las características. El rechazo está evaluado en el rango de 1 “me disgusta extremadamente” hasta 4 “me disgusta levemente”, la indiferencia corresponde a la evaluación 5 “no me gusta ni me disgusta” y finalmente la aceptación que va en el rango de 6 “me gusta levemente” hasta 9 “me gusta extremadamente”.

La evaluación se desarrolló con 40 consumidores, de los cuales el 50% fueron mujeres y el otro 50% fueron hombres.

El rango de edad de los consumidores es de 20 a 27 años, donde no todos habían consumido previamente productos a base de quínoa.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Prueba previa de ingredientes de la masa

Los resultados obtenidos son los siguientes para mezclas con agua:

- Harina de quínoa: Existió formación de masa, pero al ser pasada por la estiradora, ésta se resquebrajaba y no se lograba una formación de lámina.

- Harina de quínoa con almidón de papa: Existió formación de masa, en una proporción de 60% de almidón de papa y 40% de harina de quínoa.
Al ser cocinadas éstas se desarmaron y no prevalecieron en su forma ni tamaño.
Presentaba bajo sabor y olor a quínoa, siendo una mala característica, ya que se busca una presencia clara de éstos parámetros en el producto final.

- Harina de quínoa con harina de arroz: Existió formación de masa, en una proporción de 50% de harina de arroz y 50% de harina de quínoa.
Al ser cocinadas las pastas conservaron de mejor manera su forma y presentaron mayor resistencia.
Presentaron mayor sabor y olor a quínoa, aceptable para las características buscadas en el producto elaborado.

- Harina de quínoa con harina de arroz y almidón de papa: Existió formación de masa, en una proporción de 27% de almidón de papa, 27% de harina de arroz y 46% de harina de quínoa.
Al ser cocinadas estas se desarmaron levemente, pero presentaron problemas de resistencia y corte de la pasta.
Presentaba bajo sabor y olor a quínoa, siendo una mala característica, ya que se busca una presencia clara de éstos parámetros en el producto final.

Según todas estas características se optó por trabajar con la mezcla de harina de quínoa con harina de arroz y agua, ya que presentó mejores condiciones y se utiliza mayor cantidad de harina de quínoa en la masa.

4.2 Pruebas reológicas

Los ensayos desarrollados en el Lloyd se realizaron en duplicado, por lo que la información que se presenta a continuación corresponde a la media aritmética de éstas.

Los ensayos realizados arrojaron los siguientes resultados que se pasarán a analizar.

4.2.1 Fuerza Máxima

Tabla 3: Fuerza máxima [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 30% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	78,11	61,77	82,73	96,10	64,88
35	52,32	63,00	64,31	57,62	51,66
40	48,12	54,09	60,11	54,77	54,46
45	65,32	51,13	49,33	56,80	36,49
50	43,77	39,74	43,59	55,45	44,93

La mayor fuerza aplicada a la masa con 30% de harina de quínoa se observa a 30°C y una cantidad de agua en la masa de 30%, dando un resultado de 96,10 [N].

Tabla 4: Fuerza máxima [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 40% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	34,91	45,85	54,87	48,20	42,21
35	28,82	35,50	42,58	29,11	37,28
40	23,80	23,64	25,87	25,38	31,19
45	37,80	38,87	44,12	44,70	53,97
50	31,14	89,27	76,82	92,65	56,83

La mayor fuerza aplicada a la masa con 40% de harina de quínoa se observa a 50°C y una cantidad de agua en la masa de 30%, dando un resultado de 92,65 [N].

Tabla 5: Fuerza máxima [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 50% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	40,12	32,15	35,84	41,49	35,95
35	31,42	35,48	32,15	36,57	32,80
40	36,46	43,88	37,34	48,23	41,99
45	72,13	69,19	80,64	60,00	53,06
50	135,9	167	189,15	146,6	124,1

La mayor fuerza aplicada a la masa con 50% de harina de quínoa se observa a 50°C y una cantidad de agua en la masa de 28%, dando un resultado de 189,15 [N].

Tabla 6: Fuerza máxima [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 60% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	50,08	33,96	37,95	41,50	40,61
35	30,64	47,07	40,29	58,64	40,94
40	46,60	54,50	73,81	74,41	85,40
45	93,30	101,52	138,30	180,45	152,00
50	161,55	143,45	98,3	119,69	96,86

La mayor fuerza aplicada a la masa con 60% de harina de quínoa se observa a 45°C y una cantidad de agua en la masa de 30%, dando un resultado de 180,45 [N].

- Se puede determinar que la fuerza máxima aplicada es mayor en la masa con mayor porcentaje de harina de quínoa, obteniéndose hasta 189 [N] aplicados a 50% y 60%

de harina de quínoa en la mezcla, mientras que para 30% y 40% de harina de quínoa en la mezcla no alcanza más allá de los 100 [N].

- Como se observa en las tablas 3, 4, 5 y 6, el comportamiento de la masa con respecto a la fuerza máxima aplicada sobre éstas, nos indican que al aumentar el porcentaje de agua presente en la masa, la fuerza máxima aplicada es mayor, hasta 28% a 30% de agua. A mayor contenido de agua, la fuerza máxima sufre una caída. Esto se puede deber a que la masa pierde sus propiedades viscoelásticas y las moléculas de agua ocupan mayor espacio dentro de la masa, por lo que existe una mayor oposición de la masa y la fuerza aplicada es menor.
- Dentro de las tablas 3, 4, 5 y 6, se puede determinar que la temperatura no tiene mayor influencia para la masa con 30% de harina de quínoa en su mezcla. No sucede lo mismo con las demás masas, ya que al aumentar la temperatura hasta 50°C, las fuerzas aplicadas sufren un aumento abrupto. Esto se puede deber a que al aplicar mayor temperatura, las moléculas comienzan a desordenarse, produciendo choques entre éstas y oponiendo mayor resistencia al corte.

Figura 7: Fuerza máxima [N] aplicada para masa con 30% Quínoa, 30% agua y a 30°C.

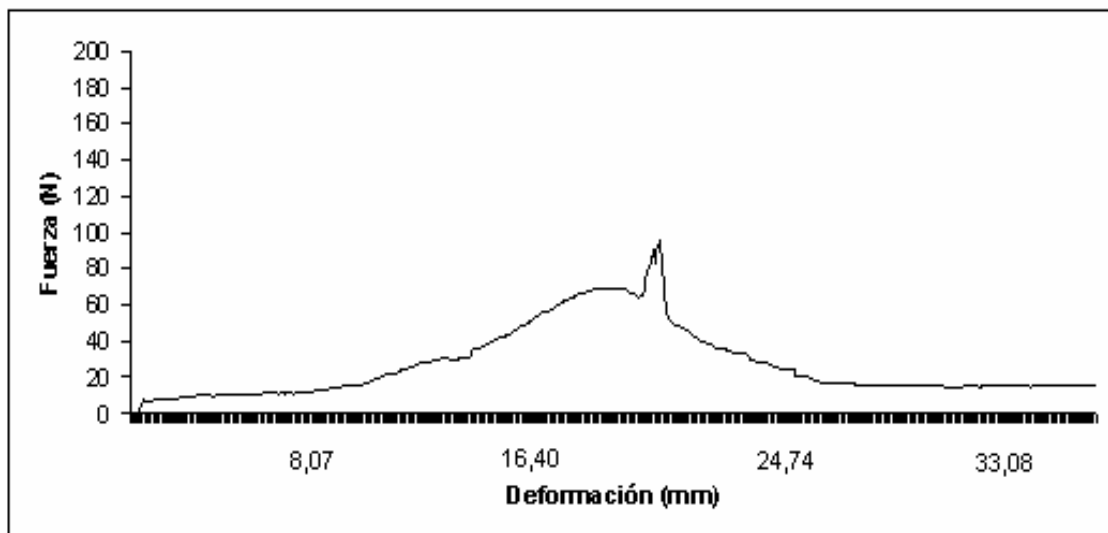


Figura 8: Fuerza máxima [N] aplicada para masa con 40% Quínoa, 30% agua y a 50°C.

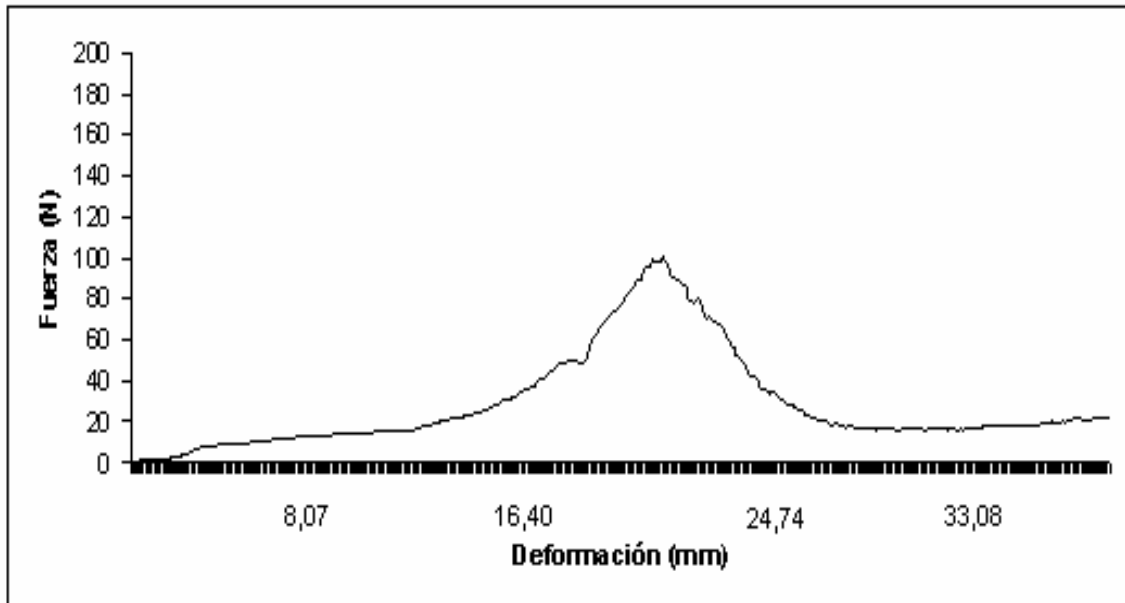


Figura 9: Fuerza máxima [N] aplicada para masa con 50% Quínoa, 28% agua y a 50°C.

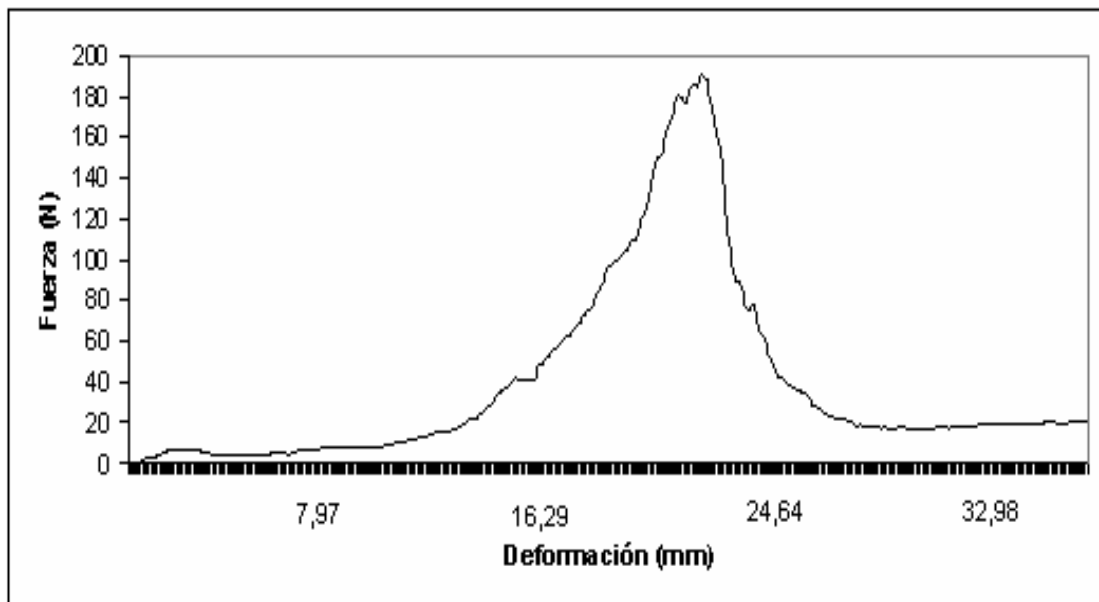
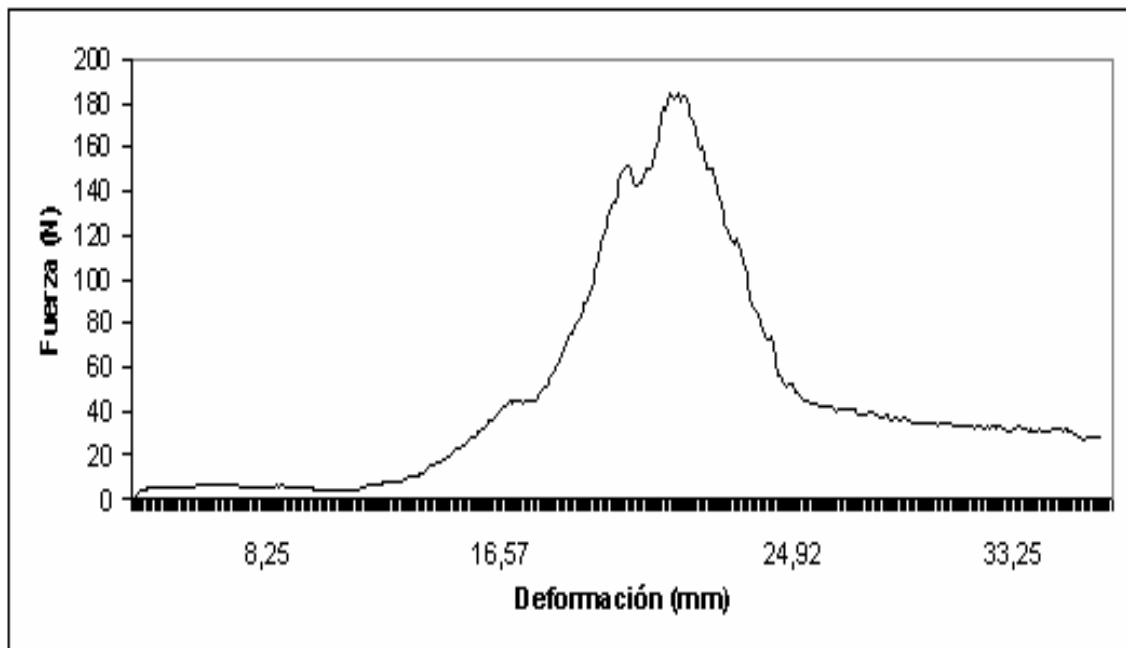


Figura 10: Fuerza máxima [N] aplicada para masa con 60% Quínoa, 30% agua y a 45°C.



- Las gráficas obtenidas a través del equipo Lloyd muestran que las fuerzas máximas obtenidas en las figuras 7 y 8 son bajas en comparación a las obtenidas en las figuras 9 y 10, que corresponden a las muestras con 50% y 60% de harina de quínoa.
- A través de las gráficas se aprecian las pendientes formadas por la fuerza y la deformación, mostrando una mayor pendiente en las figuras 9 y 10, donde se observa la mayor linealidad, mientras que en las figuras 7 y 8, la pendiente es poco pronunciada donde se obtiene la linealidad, por lo que se obtiene mejor elasticidad para las muestras con mayor porcentaje de harina de quínoa.
- La deformación observada en estos casos, indica que para todas las gráficas se obtuvieron valores cercanos en el instante del registro de la máxima fuerza aplicada en las muestras a distintos porcentajes de harina de quínoa, con valores aproximados a 20 [mm].

4.2.2 Fuerza Máxima Elástica

Tabla 7: Fuerza máxima Elástica [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 30% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	41,49	34,58	25,32	49,56	28,83
35	41,74	33,63	44,95	41,78	38,79
40	48,12	44,07	48,57	38,08	39,29
45	53,78	48,65	47,23	51,56	36,20
50	43,77	39,74	42,35	37,52	44,93

La mayor elasticidad observada en la masa con 30% de harina de quínoa se obtiene a 45°C y una cantidad de agua en la masa de 24%, dando un resultado de 53,78 [N].

Tabla 8: Fuerza máxima Elástica [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 40% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	34,81	45,85	54,78	48,20	40,81
35	28,63	35,50	42,58	27,11	37,28
40	23,42	22,79	25,21	23,95	31,09
45	37,80	37,92	42,69	42,32	45,29
50	26,75	89,27	76,82	51,64	51,01

La mayor elasticidad observada en la masa con 40% de harina de quínoa se obtiene a 50°C y una cantidad de agua en la masa de 26%, dando un resultado de 89,27 [N].

Tabla 9: Fuerza máxima Elástica [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 50% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	37,93	31,29	35,75	41,49	35,95
35	29,99	35,39	32,05	36,57	32,80
40	33,02	43,88	37,34	47,76	41,99
45	51,53	68,52	44,59	40,45	53,46
50	132,75	167	41,26	138,4	47,79

La mayor elasticidad observada en la masa con 50% de harina de quínoa se obtiene a 50°C y una cantidad de agua en la masa de 26%, dando un resultado de 167 [N].

Tabla 10: Fuerza máxima Elástica [N] a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 60% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	45,50	33,96	37,95	41,50	40,33
35	30,64	43,16	40,29	43,28	39,80
40	35,35	52,88	65,70	41,98	63,27
45	82,34	89,45	122,90	163,95	150,50
50	147,5	90,85	98,3	89,84	47,27

La mayor elasticidad observada en la masa con 60% de harina de quínoa se obtiene a 45°C y una cantidad de agua en la masa de 30%, dando un resultado de 163,95 [N].

- Respecto a la fuerza máxima elástica obtenida en el estudio reológico de la masa, se puede observar en las tablas 7, 8, 9 y 10, que las mayores fuerza elástica se encuentran registradas para masas con 50% y 60% de quínoa en la mezcla, llegando hasta unidades de 167 [N], mientras que para las mezclas con menor porcentaje de quínoa solo alcanza unidades de 53 [N] y 89 [N].

- En las tablas 7, 8, 9 y 10 se puede observar que la temperatura posee gran influencia sobre la fuerza elástica. Se determina así, que a temperaturas sobre los 45°C se obtienen las mayores fuerzas elásticas para las distintas masas de harina de quínoa analizadas. Se puede determinar también que el aumento de la fuerza elástica en la mayoría de los casos es de carácter ascendente y proporcional al aumento de temperatura aplicada en la mezcla.
- En el mismo análisis de fuerza elástica, se puede determinar que no existe una mayor influencia del porcentaje de agua incorporado en la mezcla para la obtención de una elevada fuerza elástica, pero es importante destacar que existe una caída leve en este valor al sobrepasar el 30% de contenido de agua en la mezcla. Esto se puede deber a la pérdida de las propiedades viscoelásticas, dando a paso a una masa viscosa y sin firmeza.

Figura 11: Fuerza máxima elástica [N] obtenida para masa con 30% Quínoa, 24% agua y 45°C

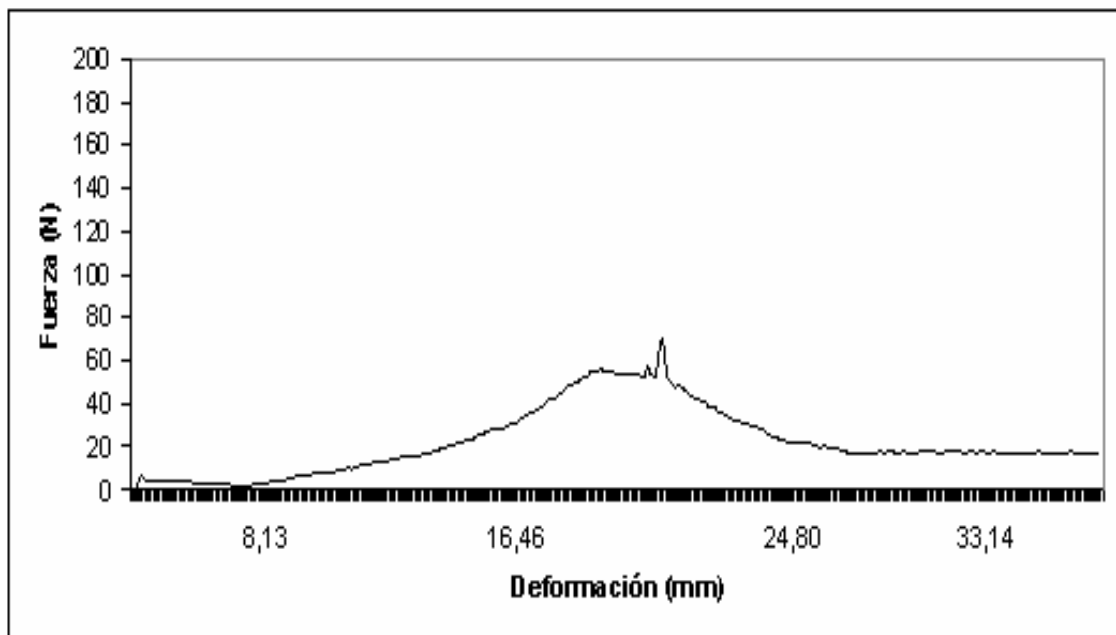


Figura 12: Fuerza máxima elástica [N] obtenida para masa con 40% Quínoa, 26% agua y 50°C

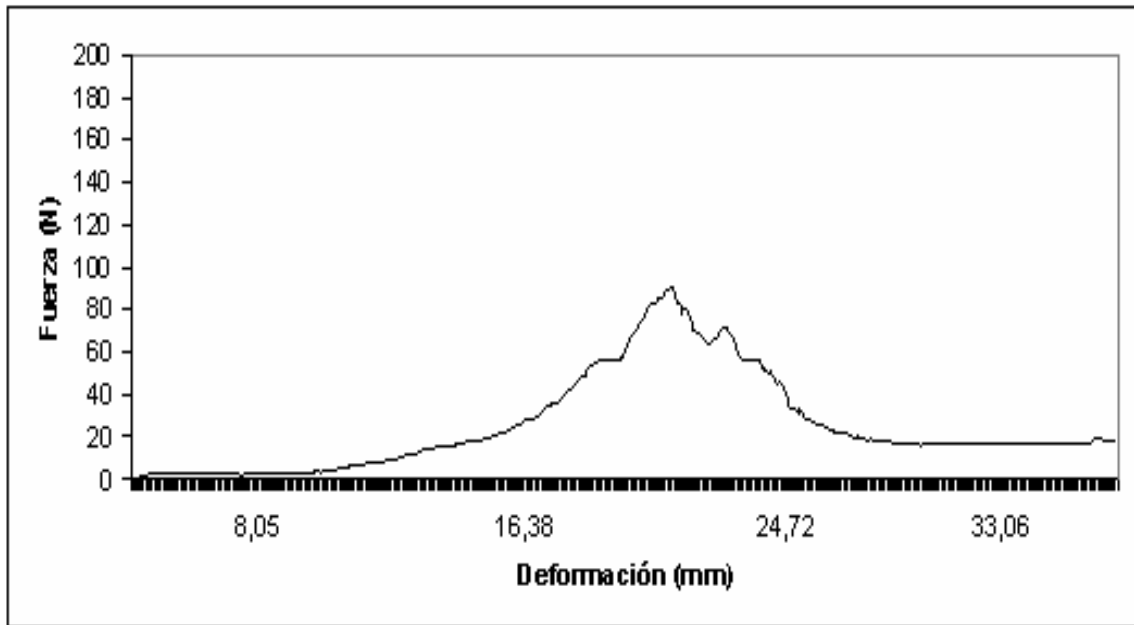


Figura 13: Fuerza máxima elástica [N] obtenida para masa con 50% Quínoa, 26% agua y 50°C

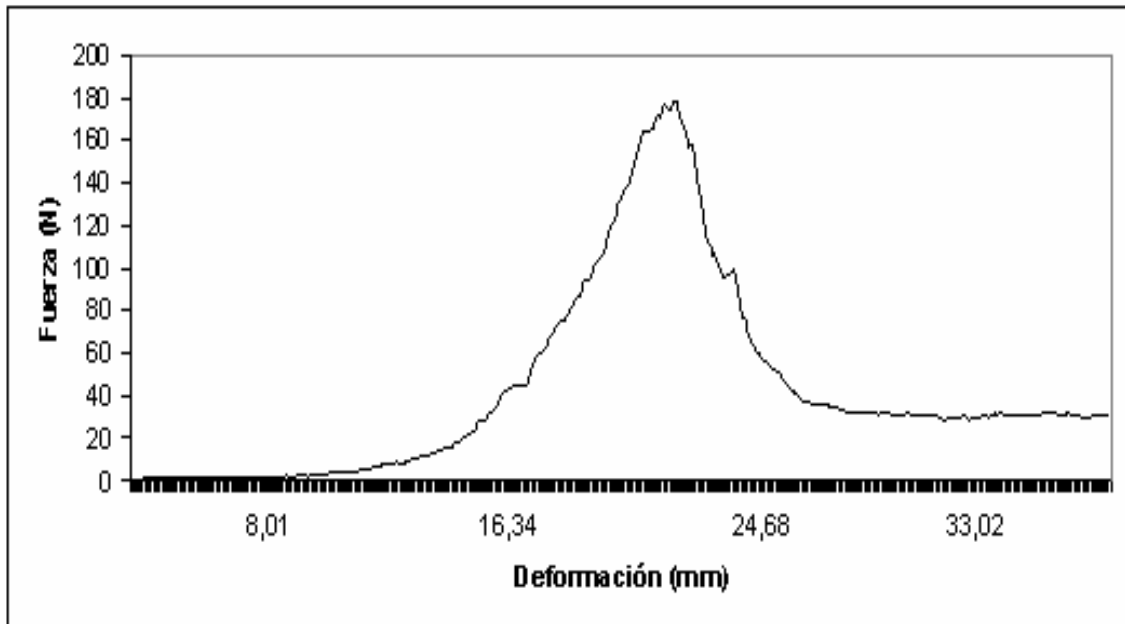
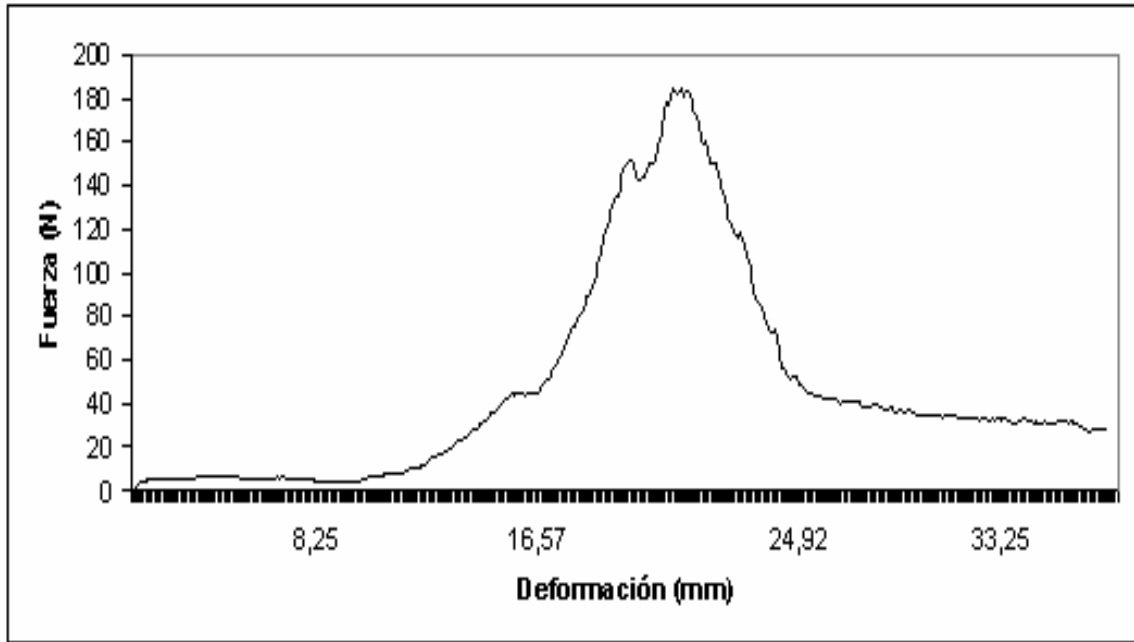


Figura 14: Fuerza máxima elástica [N] obtenida para masa con 60% Quínoa, 30% agua y a 45°C.



- En las figuras 11 y 12 se aprecia una baja fuerza elástica obtenida en las muestras, mientras que para las figuras 13 y 14 se aprecian mayores fuerzas elásticas obtenidas por las masas con mayor porcentaje de harina de quínoa.
- En las figuras 13 y 14 se pueden observar mayores pendientes de fuerza versus deformación, lo que implica una mayor elasticidad registrada por las muestras, no así en las figuras 11 y 12 que presentan pendientes poco pronunciadas en la linealidad de la curva.

4.2.3 Porcentaje de deformación máxima

Tabla 11: Porcentaje de deformación máxima a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 30% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	75,07	71,12	75,89	77,50	76,25
35	70,28	71,48	75,77	73,60	76,87
40	67,63	70,61	71,36	72,12	77,39
45	76,71	74,83	74,54	78,13	72,71
50	67,59	67,44	72,27	72,95	69,59

La mayor deformación observada en la masa con 30% de harina de quínoa se obtiene a 45°C y una cantidad de agua en la masa de 30%, dando un resultado de 78,13 [%].

Tabla 12: Porcentaje de deformación máxima a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 40% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	71,14	68,06	70,92	69,24	72,25
35	70,93	65,34	69,09	75,19	69,17
40	73,68	75,41	75,23	80,32	78,66
45	79,35	79,43	79,78	73,80	77,66
50	78,73	77,33	76,82	77,92	74,05

La mayor deformación observada en la masa con 40% de harina de quínoa se obtiene a 40°C y una cantidad de agua en la masa de 30%, dando un resultado de 80,32 [%].

Tabla 13: Porcentaje de deformación máxima a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 50% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	72,20	70,89	72,96	66,86	65,41
35	75,35	74,32	78,04	72,68	69,24
40	76,58	73,13	68,39	77,71	73,73
45	74,90	80,58	74,80	75,41	77,18
50	76,76	76,47	81,23	79,38	79,29

La mayor deformación observada en la masa con 50% de harina de quínoa se obtiene a 50°C y una cantidad de agua en la masa de 28%, dando un resultado de 81,23 [%].

Tabla 14: Porcentaje de deformación máxima a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la masa con 60% de harina de quínoa en la mezcla.

Temperatura [°C]	Cantidad de agua [%]				
	24	26	28	30	32
30	74,29	70,89	69,27	69,57	68,90
35	71,51	76,15	73,34	77,97	71,84
40	78,65	76,03	75,77	76,11	80,30
45	81,26	81,17	84,71	77,05	80,16
50	82,05	79,52	76,71	79,46	76,07

La mayor deformación observada en la masa con 60% de harina de quínoa se obtiene a 45°C y una cantidad de agua en la masa de 28%, dando un resultado de 84,71 [%].

- Con respecto a la deformación máxima asociada a la masa en las tablas 11, 12, 13 y 14, se puede observar que para los distintos porcentajes de harina de quínoa aplicada a la mezcla se obtuvo una deformación máxima parecida, que fluctúa entre 78% y 85%. Se puede determinar también que la mayoría de los resultados obtenidos a distintas temperaturas y porcentajes de agua en la mezcla son cercanos a los máximos obtenidos.

- Es importante destacar que la deformación entrega un dato relevante para el análisis de las propiedades reológicas, ya que nos indica cuanto se deformó la masa ante la aplicación de la fuerza máxima, indicando según las tablas 5, 8, 11 y 14 que las deformaciones máximas se obtuvieron entre 28% y 30% de agua contenida en la mezcla, lo que se asocia ciertamente con las fuerzas máximas aplicadas, ya que en estos mismos rangos de porcentaje de agua contenida se obtuvieron las máximas fuerzas aplicadas a la masa.
- Finalizando el análisis de la deformación máxima, se puede observar que la temperatura no tiene mayor influencia sobre ésta, aún cuando se puede observar que existe un aumento proporcional leve al aumentar la temperatura, también lo hace la deformación máxima pero en rangos leves. Sobre los 40°C se obtienen las deformaciones máximas para las masas analizadas.

4.3 Prueba de resistencia

Los ensayos desarrollados en el Lloyd se realizaron en duplicado, por lo que la información que se presenta a continuación corresponde a la media aritmética de éstas.

Las muestras de pasta analizadas corresponden a las mezclas de harina que presentaron mejor fuerza elástica. Éstas se trabajaron a temperatura ambiente luego de ser cocinadas

Los ensayos realizados arrojaron los siguientes resultados que se pasarán a analizar.

Tabla 15: Fuerza máxima [N] a distintos porcentajes de harina de Quínoa

Pasta de Quínoa	Fuerza Máx [N]
30% harina de quínoa	0,06
40% harina de quínoa	0,05
50% harina de quínoa	0,19
60% harina de quínoa	0,05
Pasta Comercial	0,03

La pasta comercial presenta una fuerza máxima aplicada de 0,03 [N] y la pasta de quínoa que presenta un valor más cercano a éste fue la que contiene un 60% y 40% de harina de quínoa en su mezcla.

La pasta con 50% de harina de quínoa presentó la mayor fuerza máxima aplicada.

Tabla 16: Extensión Fuerza Máxima [mm] a distintos porcentajes de harina de Quínoa

Pasta de Quínoa	Extensión F _{máx} [mm]
30% harina de quínoa	0,23
40% harina de quínoa	0,15
50% harina de quínoa	0,37
60% harina de quínoa	0,21
Pasta Comercial	0,20

La extensión que presenta la pasta comercial es de 0,20 [mm] y la pasta de quínoa que presenta un valor más cercano a éste fue la que contiene un 60% de harina de quínoa en su mezcla.

La pasta a 50% de harina de quínoa presentó la mayor extensión.

Tabla 17: Deformación Fuerza Máxima [%] a distintos porcentajes de harina de Quínoa

Pasta de Quínoa	Deformación F _{máx} [%]
30% harina de quínoa	0,91
40% harina de quínoa	0,58
50% harina de quínoa	1,48
60% harina de quínoa	0,85
Pasta Comercial	1,30

La deformación que presenta la pasta comercial es de 1,30 [%] y la pasta de quínoa que presenta un valor más cercano a éste fue la que contiene 50% de harina de quínoa en su mezcla, presentando también la mayor deformación.

Según los datos obtenidos en la tabla 16, se calculó el módulo de Young para las distintas muestras, así como también para la muestra comercial.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 18: Resultados del Módulo de Young para las distintas muestras

Pasta de Quínoa	Módulo de Young [N/m ²]
30% harina de quínoa	$2,41 \cdot 10^{14}$
40% harina de quínoa	$3,78 \cdot 10^{14}$
50% harina de quínoa	$1,49 \cdot 10^{14}$
60% harina de quínoa	$2,58 \cdot 10^{14}$
Pasta Comercial	$2,78 \cdot 10^{14}$

Muller (1977), reportó valores del módulo de Young determinados en fideos tipo tallarín secos, que van desde $0,27 \cdot 10^{10}$ hasta $0,30 \cdot 10^{10}$ [N/m²] (Alvarado, 1996).

Se debe tener en consideración que los valores reportados por Muller corresponden a pastas cilíndricas, mientras que los resultados obtenidos en el estudio actual corresponden a pastas rectangulares, por lo que se deben analizar comparativamente frente a la pasta comercial que corresponde al mismo tipo de pasta elaborada a base de harina de quínoa.

Finalmente se debe tener en consideración que se trabajó con pastas con la misma humedad para todas, por lo que no se debe considerar como variable comprometedora a la humedad presente en las distintas pastas.

- En la tabla 15 se puede observar que la fuerza máxima aplicada en la tracción de las muestras de pastas es bajo, siendo la pasta con un 50% de harina de quínoa la que presenta la mayor fuerza aplicada con 0,19 [N]. Mientras, la pasta comercial presenta una fuerza de 0,03 [N], siendo las masas con 40% y 60% de harina de quínoa las que presentaron valores cercanos al tipo de pasta comercial con 0,05 [N].
- Así como la fuerza máxima aplicada a las pastas es bajo, así lo es también la extensión obtenida, siendo en la muestra con un 50% de harina de quínoa la que se

observa un valor más alto, alcanzando un 0,37 [mm], mientras que la pasta comercial alcanza valores de 0,20 [mm]. La pasta que obtiene valores más cercanos a la pasta comercial es la que contiene un 60% de harina de quínoa.

- Estos valores se pueden deber a que la presencia de mayor harina de quínoa produzca comportamientos similares a los que presentan las pastas comerciales en cuanto a dureza y resistencia al corte.
- Según lo registrado en el análisis de las propiedades reológicas, la masa con un contenido de 50% de harina de quínoa en la mezcla obtuvo mayor elasticidad y fuerza aplicada, por lo que en los ensayos de resistencia se ratifican estas propiedades, ya que la fuerza aplicada para la tracción y la extensión obtenida, fueron mayores para este tipo de pastas que para las que contenían menor cantidad de harina de quínoa. Pero es importante rescatar que las pastas con un 60% de harina de quínoa en su mezcla presentaron resultados más próximos a una pasta comercial.
- Respecto al cálculo del módulo de Young, se obtuvieron cifras del orden de 10^{14} [N/m²], que comparativamente a referencias bibliográficas es mayor, ya que se registran cifras del orden de 10^{10} [N/m²]. Es necesario tener en consideración que las referencias bibliográficas apuntan a pastas cilíndricas, mientras que las pruebas realizadas corresponden a pastas rectangulares, porque se puede atribuir esta diferencia de valores al hecho de trabajar con el diámetro equivalente tanto de las pastas en base a harina de quínoa, como a la pasta comercial analizada.
- Otro valor que influencia los resultados obtenidos en la tabla 18, referente al módulo de Young, es la obtención de bajas extensiones en la fuerza máxima aplicada, lo que hace aumentar el módulo de Young, debido a que son inversamente proporcionales, si la extensión aumenta, el módulo de Young será menor.
- Dentro de los resultados obtenidos en la tabla 18, se puede observar que la prueba realizada a la marca comercial es de $2,78 \cdot 10^{14}$ [N/m²], siendo la pasta con un 60%

de harina de quínoa en su mezcla la que obtiene un valor cercano a la pasta comercial, registrando un valor de $2,58 \times 10^{14}$ [N/m²].

- Como la pasta a 50% de harina de quínoa presentó los más altos valores en su fuerza máxima aplicada durante la tracción y la mayor extensión, es que se obtuvo un valor menor en el módulo de Young.
- Finalmente el módulo de Young indica la elasticidad de las pastas, por lo que se observa la pasta con un 50% de harina de quínoa presenta menor dureza y mayor elasticidad, comparativamente a las demás muestras de pastas a base de harina de quínoa y a la pasta comercial, comprobándose que los resultados obtenidos en las pruebas reológicas son correctos.

4.4 Evaluación Sensorial

Las muestras evaluadas corresponden a las pastas con mejores condiciones de fuerza elástica y resistencia, es decir, a pastas a base de 50% de harina de quínoa y 50% de harina de arroz

Los datos obtenidos en la tabla 19 (Anexo 2), fueron sometidos a un análisis estadístico a través de una planilla de cálculo, obteniendo los siguientes gráficos:

Figura 15: Gráfico de aceptabilidad de consumidores en pastas de quínoa versus la característica a evaluar.

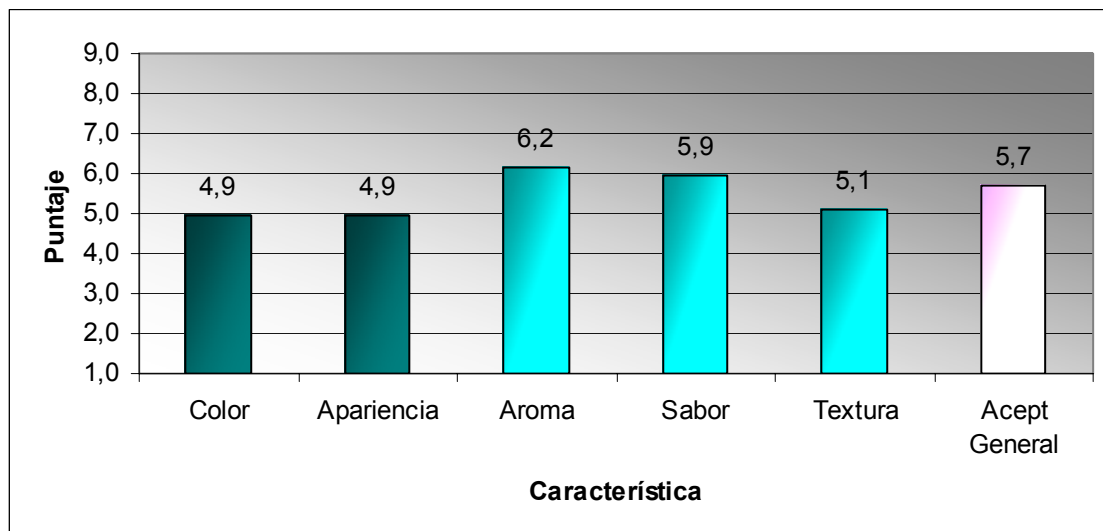
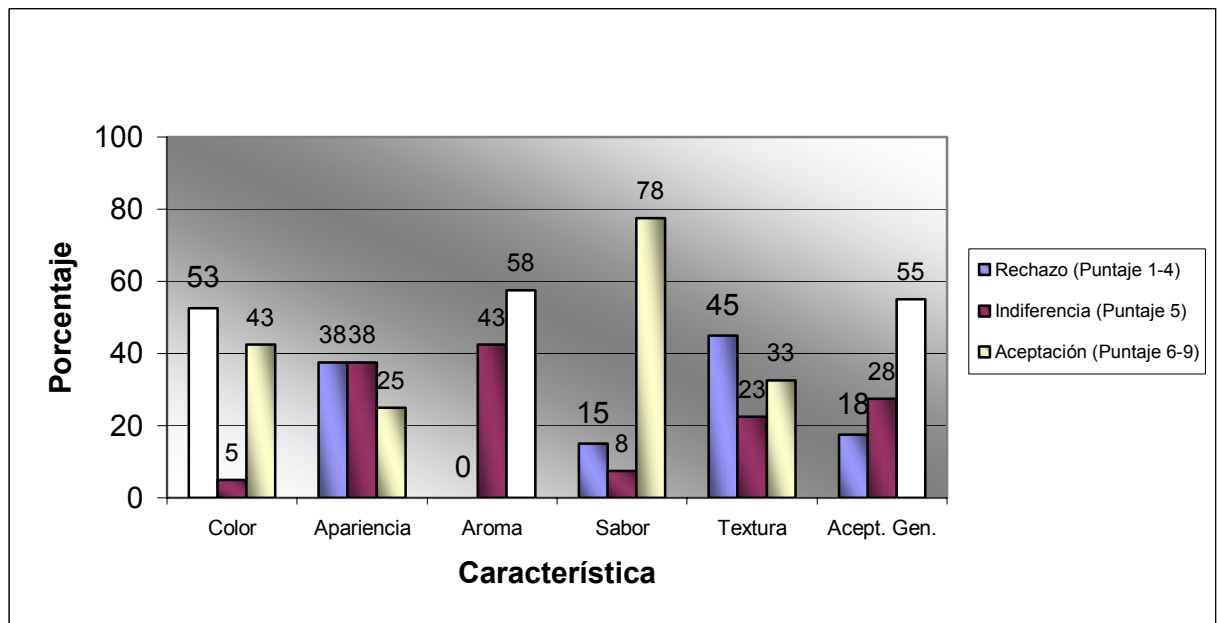


Figura 16: Porcentajes de aceptabilidad, indiferencia y rechazo de los jueces frente a los distintos parámetros evaluados de la pasta de quínoa.



➤ En cuanto a los promedios obtenidos por características evaluadas para la muestra, se observa en la figura 15, que existe un bajo promedio de aceptabilidad para el color, apariencia y textura, según los consumidores esto se debe a que el color de pastas a base de harina de quínoa es bastante oscuro según la relación que ellos realizan con respecto a las pastas de harina de trigo. Por otro lado, la apariencia no tuvo una buena aceptabilidad ya que apreciaban cierta pegajosidad y se desarmaban con alguna facilidad. Por último en la textura, apreciaron cierta presencia de gránulos que les desagradaban al momento de evaluar. En la figura 16 se reafirma lo anterior, ya que el color obtuvo un alto rechazo por parte de los consumidores, así como también la apariencia y textura, pero se debe tener en consideración que para el color y la textura, los consumidores tuvieron un bajo porcentaje de indiferencia, no así en la apariencia, en la cual se observa un alto porcentaje de ésta.

➤ Las características que obtuvieron altos promedios son el aroma y sabor, de gran importancia para la evaluación, ya que los consumidores presentaron agrado frente a la presencia de quínoa. Aún cuando no todos los consumidores hayan probado la quínoa anteriormente, éstos evaluaron con agrado el sabor y el aroma a quínoa

presente en la muestra, indicando algunos que existía un alto contenido de quínoa en la muestra que identificaba al producto de una mejor manera. En la figura 16 se reafirma lo obtenido en la gráfica anterior, ya que la mayor aceptación se observa en las características de aroma y sabor, destacando que existe un bajo porcentaje de rechazo, llegando a un 0% en el caso del aroma y un 15% en el sabor, lo que conlleva a obtener bajos porcentajes de indiferencia frente al producto evaluado.

- La aceptación presenta un bajo porcentaje, esto producido a la baja evaluación de las características mencionadas anteriormente, lo que influía en la evaluación final de la aceptabilidad general por parte de los consumidores.
- Es claro que debe existir un mejoramiento en el proceso de elaboración de las pastas en estudio, para mejorar el color, la apariencia y la textura, que fueron las características con menor aceptabilidad. Si éstas mejoran, la aceptabilidad general por parte de los consumidores debería mejorar considerablemente.

Capítulo V: Conclusiones

Del presente estudio se puede desprender las siguientes conclusiones generales:

- ✓ La masa que presenta una mayor fuerza elástica es aquella que contiene un 50% de harina de quínoa en su mezcla y 50% de harina de arroz y agua, obteniéndose valores del orden de 167 [N].
- ✓ A mayor cantidad de harina de quínoa presente en la masa, la fuerza elástica y la fuerza máxima aplicadas son mayores, así como también se comprueba la hipótesis que al aumentar la temperatura de la masa, ésta presenta mejor fuerza elástica partiendo desde los 45°C.
- ✓ La masa no debe superar el 30% de contenido de agua, ya que a mayores porcentajes pierde elasticidad, volviéndose una masa viscosa y sin consistencia para la formación de pastas. Así también, bajo un 24% de agua la formación de la masa y su elasticidad se ve comprometida, ya que las moléculas de agua no logran interactuar con los almidones presentes y formar una adecuada masa para pastas.
- ✓ La resistencia de las pastas a la tracción es alta, tanto para las pastas a base de harina de quínoa, así como también para la pasta comercial. Se obtuvieron valores del módulo de Young del orden de 10^{14} [N/m²], lo que indica una alta dureza para estas pastas.
- ✓ La pasta que presentó menor módulo de Young fue la que contiene un 50% de harina de quínoa en la mezcla, lo que reafirma los valores obtenidos en las pruebas reológicas, mostrando la mejor elasticidad para la elaboración de pastas de quínoa.
- ✓ La pasta que presenta las mejores condiciones es la elaborada con 50% de quínoa en la mezcla, lo que también permite un alto contenido en sabor y aroma a quínoa que es importante al momento de elaborar productos innovadores.

- ✓ Sensorialmente, para la pasta elaborada con 50% de harina de quínoa en la mezcla, es necesario mejorar parámetros de calidad como son el color, apariencia y textura, ya que fueron los que mayor porcentaje de rechazo presentaron en una evaluación de aceptabilidad para consumidores

- ✓ Frente a los parámetros de aroma y sabor, los consumidores presentaron un alto porcentaje de aceptabilidad, ya que identificaron y aceptaron la presencia de quínoa en las pastas evaluadas.

- ✓ La aceptabilidad general fue de un 5,7, dentro de una escala de 1 a 9, debido al alto rechazo de los parámetros anteriormente mencionados, lo que influyó en que los consumidores no evaluaran de mejor manera las pastas en su totalidad.

- ✓ Finalmente es importante destacar que dentro de la elaboración de pastas la influencia de un buen amasado, una temperatura adecuada de la masa y un contenido apropiado de agua en la mezcla, ayudan a la obtención de una pasta con alta elasticidad, lo que permite un mejor producto para el consumidor, aún cuando existen ciertos parámetros importantes que deben ser mejorados para una óptima pasta que sea capaz de ser comparable a las tradicionales a base de harina de trigo y que puedan ser incorporadas al mercado como productos alternativos para la alimentación y la dieta del consumidor.

Bibliografía

- ✓ Alía M., González J. A. Agroecología. CCMA-CSIC (2003). "Cultivo de la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la región Centro". Publicación en Línea: www.eumedia.es/articulos/vr/cereales/87quinoa.html
- ✓ Alvarado J., (1996). "Principios de la Ingeniería Aplicados a Alimentos". Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Proyecto Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos. Quito, Ecuador.
- ✓ Bitran C., Soto N., (1973). "Estudio Bromatológico de Pastas Alimenticias Elaboradas por Industrias Nacionales". Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- ✓ Caperuto L., Amaya-Farfan J., Camargo C., (2000). "Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti". Journal of the Science of Food and Agriculture. State University of Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- ✓ De Hombre R., Castro E., (2003). "Análisis de la textura de Spaghetti de diferentes marcas comerciales en Chile". Santiago, Chile.
- ✓ Feldman P., Santín C., Etcheverry S., (2001). "Eje. Centro de Información sobre alimentos". Año 1, Número 2, Febrero, Chile.
- ✓ Henriquez P., Castro E., (2002). "Propiedades Viscoelásticas de pastas de harina de trigo". Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- ✓ Léopore S., (2005) Publicación en Línea: <http://www.fcmax.com/articulos/articulos.asp?art=17&subarea=8>

- ✓ Schmidt-Hebbel H. y cols. (1992) Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile. Chile

- ✓ Tapia, M., (1997). "Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

- ✓ Verdugo M., (2006). "Comunicación personal jefe planta pastas". Empresas Carozzi S.A., Santiago, Chile.

- ✓ Zegers, F., (1988). "La empresa y las pastas en Chile. Carozzi 90 años 1898 – 1988". Publicado por Fideos y Alimentos Carozzi S.A, Nos, Chile.

- ✓ Página web
<http://www.professionalpasta.it>

Anexo 1

Planilla Evaluación de Aceptabilidad de Tallarines de Quínoa

Nombre: _____

Fecha: _____

Sírvase degustar la muestra que se presenta y señale su reacción de agrado o desagrado según la escala adjunta, para cada uno de los parámetros.

- 1: Me disgusta extremadamente
- 2: Me disgusta mucho
- 3: Me disgusta moderadamente
- 4: Me disgusta levemente
- 5: No me gusta ni me disgusta
- 6: Me gusta levemente
- 7: Me gusta moderadamente
- 8: Me gusta mucho
- 9: Me gusta extremadamente

Característica	Muestra
Color	
Apariencia	
Aroma	
Sabor	
Textura	
Aceptabilidad General	

Observaciones:

Anexo 2

Resultados del test de aceptabilidad para la muestra Q (pastas a base de harina de quínoa).

Consumidor	Muestra	Color	Apariencia	Aroma	Sabor	Textura	Acept General
I	Q	6	6	7	3	4	6
II	Q	4	4	5	6	4	5
III	Q	3	2	6	5	5	4
IV	Q	6	4	7	6	3	5
V	Q	4	4	5	6	4	5
VI	Q	4	5	5	3	5	4
VII	Q	7	5	7	8	7	7
VIII	Q	4	3	6	6	5	5
IX	Q	6	7	8	8	6	8
X	Q	6	8	8	8	7	8
XI	Q	3	5	7	7	4	6
XII	Q	4	5	6	6	3	6
XIII	Q	6	4	5	7	7	6
XIV	Q	4	7	7	7	8	7
XV	Q	5	3	7	8	3	6
XVI	Q	7	8	8	6	6	7
XVII	Q	6	5	7	6	6	6
XVIII	Q	7	5	5	6	4	5
XIX	Q	5	6	7	7	5	6
XX	Q	6	5	8	8	5	7
XXI	Q	4	5	5	3	5	4
XXII	Q	4	4	5	6	4	5
XXIII	Q	3	5	6	7	4	6
XXIV	Q	7	5	5	6	6	7
XXV	Q	3	3	6	5	4	4
XXVI	Q	7	5	5	6	4	5
XXVII	Q	4	4	5	6	4	5
XXVIII	Q	4	7	8	7	8	7
XXIX	Q	6	4	5	7	7	6

XXX	Q	6	6	7	3	4	6
XXXI	Q	4	5	5	3	5	4
XXXII	Q	4	4	5	6	4	5
XXXIII	Q	3	5	7	6	4	6
XXXIV	Q	6	4	5	7	7	6
XXXV	Q	7	5	5	6	4	5
XXXVI	Q	4	4	5	6	4	5
XXXVII	Q	4	5	5	3	5	4
XXXVIII	Q	3	2	6	5	5	4
XXXIX	Q	7	8	8	6	6	7
XL	Q	4	6	7	6	8	7
Promedio		4,9	4,9	6,2	5,9	5,1	5,7