



Universidad
Politécnica
de Cartagena



**Máster Universitario en Técnicas Avanzadas
en Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario**

**Estudio Comparativo de las Propiedades Sensoriales y de Textura de Platos
Preparados a Base de Pastas de Hoja, con y sin Gluten.**

Alumna:

Gabriela Cuevas Tejeda

Director/es:

Dr. Antonio López;

Dra. María Boluda Aguilar

Cartagena, Julio de 2014.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

AUTORIZACIÓN DE LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Dr. Antonio López

EN CALIDAD DE DIRECTOR INFORMA:

Que el trabajo titulado “ **Estudio Comparativo de las Propiedades Sensoriales y de Textura de Platos Preparados a Base de Pastas de Hoja, con y sin Gluten**”, ha sido realizado por D. Gabriela Cuevas Tejeda, bajo la supervisión de Dr. María Boluda y que autoriza a la alumna la defensa del mismo.

En Cartagena, 24 de julio de 2014

Fdo.: _____

AGRADECIMIENTOS

**La posibilidad de realizar un sueño es lo
que hace que la vida sea interesante.
(Paulo Coelho 1947)**

Quisiera agradecer a todas aquellas personas que me han ayudado en la realización del presente trabajo, en especial al Dr. Antonio López Gómez, director del mismo y su equipo de trabajo Dr. María Boluda y a la Ing. Sonia Soto por la oportunidad que me han ofrecido de pertenecer durante este año y poder realizar mi trabajo fin de máster y formarme más profesionalmente.

Al Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología de la República Dominicana y al Consejo nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales por el apoyo que han depositado para la que pueda realizar este máster fuera de mi país el cual es imprescindible para mi mejora profesional de esta forma devolverle a mi país el empeño de estas dos instituciones en la mejora académica y desarrollo agropecuario de la República Dominicana.

Resumen

La creciente demanda de productos sin gluten en los últimos años, ha dado lugar a una investigación tecnológica importante para la sustitución del gluten en la producción de alimentos de alta calidad. El gluten es un complejo presente en el trigo, responsable de las propiedades viscoelásticas necesarias para producir alimentos farináceos (pastas) de buena calidad. La interacción de gliadinas y gluteninas para formar gluten genera una masa viscoelástica que puede soportar los esfuerzos aplicados durante el mezclado y laminado. Desafortunadamente este complejo es perjudicial para los enfermos celíacos quienes tienen como único tratamiento efectivo una dieta libre de gluten durante toda la vida del enfermo. Dentro de los objetivos de este trabajo está conocer las características de textura en láminas de lasaña con y sin gluten comerciales de preparados frente a los atributos sensoriales valorados por un panel sensorial y de esta forma obtener datos medibles de texturometría de pastas para su valoración comercial.

El presente trabajo relaciona las propiedades de texturometría como es la fuerza de rotura y la extensibilidad en la composición de las pastas preparadas sin gluten; Pastas de Arroz Vaporizado, Pastas Secas de Maíz Fuzion y Pastas de almidón de maíz La Santiña junto a las pastas preparadas con gluten: Pastas frescas congelada de Trigo relleno Carrefour, Pastas frescas de Trigo Fleury Michon y Pastas frescas de Trigo. Además de la texturometría, es importante contar con otras medidas objetivas de la calidad de las pastas; Es por ello que se planeó una evaluación sensorial de pasta tomando en cuenta los atributos sensoriales de: textura, color, aroma, sabor, aspecto visual y calidad global. Los resultados de textura han demostrado un mayor aumento de la fuerza de rotura en pastas secas de Maíz Fuzion al ser comparada con las demás pastas comerciales, siendo la de menor fuerza de rotura la pasta fresca congelada de almidón de Maíz La Santiña. En los resultados de sensorial los catadores detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en las distintas pastas, las pastas de mayor preferencia fue la pasta preparadas frescas la cual está muy relacionada con los hábitos alimenticios de los catadores.

Abstract

The growing demand for gluten-free products in recent years, has led to an important technological research for replacing the gluten in the production of high quality food. Gluten is present in wheat complex, responsible for the viscoelastic properties necessary to produce starchy foods (pasta) good quality. The interaction of gliadins and glutenins to form a viscoelastic gluten generates mass that can withstand the forces applied during mixing and laminating. Unfortunately this complex is harmful to those with celiac disease as the only effective treatment, a gluten-free diet throughout the life of the patient. Within the objectives of this work you to know this texture characteristics of lasagne sheets with and without commercial gluten prepared against the sensory attributes evaluated by a sensory panel and thus obtain measurable data texturometria pasta for commercial valuation.

This paper relates properties texturometria as breaking strength and extensibility in the composition of the pastes prepared without gluten; Steaming Rice Pasta, Dried Corn Fuzion Legs and corn starch pasta The Santiña with pasta prepared with gluten: Wheat frozen fresh legs Carrefour filling, fresh wheat pasta and fresh pasta Fleury Michon Wheat. Texturometria addition, it is important to have other objective measures of the quality of pastes; That is why pasta sensory evaluation was planned taking into account the sensory attributes of texture, color, aroma, taste, visual appearance and overall quality. The texture results have shown a greater increase in the breaking force in dry pasta Corn Fuzion when compared to other commercial pastes, being the lowest breaking force the fresh frozen pasta The Santiña corn starch. The results of sensory tasters detected significant differences ($p > 0.05$) in the different pastas, pasta most preferred was prepared fresh pasta which is closely related to the eating habits of the tasters.

ÍNDICES

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1.1 introducción | 1 |
| 1.2 Enfermedad Celiaca | 1 |
| 1.3 El gluten: complejo responsable de la elasticidad de la masa. | 2 |
| 1.4 Pastas Sin gluten | 3 |
| 1.5 Etiquetado de Alimento Sin Gluten. | 3 |
| 1.7 Texturometria: Estudio de las propiedades de extensibilidad y resistencia a la rotura de la pastas. | 4 |
| 1.7.1 Equipo: TAX.PLUS | 5 |
| 1.7.2 Modelo de Flujo Extensional por Tracción | 6 |
| 1.7.3 Modelo Biaxial de Flujo Extensional | 7 |
| 1.8 Alimentos Congelados | 7 |
| 1.9 Calidad de la pasta | 8 |
| 2.1 Objetivo General: | 10 |
| 3. Materiales y Métodos | 12 |
| 3.1 Materiales..... | 12 |
| 3.2 Preparación de las Muestras de Pasta | 13 |
| 3.3 Mediciones Textura..... | 14 |
| 3.3.1 Modelo Biaxial de Flujo Extensional | 14 |
| 3.3.2 Modelo de Flujo Extensional por Tracción | 14 |
| 3.4 Evaluación Sensorial | 15 |
| 3.5 Análisis Estadísticos | 16 |
| 4.1 Análisis flujo extensional por tracción | 18 |
| 4.1.1 Resultados de los análisis de flujo extensional por tracción de las muestras cocidas. | 18 |
| 4.1.2 Resultados de los análisis de flujo extensional por tracción de las muestras crudas..... | 20 |
| 4.2 Análisis flujo extensional biaxial..... | 23 |
| 4.2.1 Resultados de los análisis de flujo extensional biaxial de las muestras cocidas. | 23 |
| 4.2.2 Resultados de los análisis de flujo extensional biaxial de las muestras crudas..... | 25 |
| 4.3 Evaluación Sensorial de Platos Preparados | 28 |

| | |
|----------------------|----|
| 5. Conclusiones..... | 33 |
| 6. Bibliografía..... | 34 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1.1. Porcentajes de personas celíacas..... | 1 |
| Figura 1.2. Modelo estructural del gluten de trigo. en que las gluteninas de alto peso molecular proporcionan una cadena principal unidas por puentes disulfuro interactuando con las gluteninas de bajo peso molecular por enlaces disulfuro y con gliadinas por interacciones no covalentes..... | 2 |
| Figura 1.3 Algunos símbolos utilizados a nivel mundial y de marcas comerciales en el etiquetado de productos sin gluten..... | 4 |
| Figura 1.4 Analizador TAX.PLUS (Stable Micro Systems)..... | 5 |
| Figura 1.5 Fideos, pasta, tracción /Aparejos y Preparación de Muestras Cortador..... | 6 |
| Figura 1.6 Soporte de extensibilidad/Tortilla, Lamina de Pasta. | 7 |
| Figura 3.1 Maquina para la elaboración de pasta modelo Dolly de LAMONFERRINA. | 13 |
| Figura 3.2 Ficha Análisis organoléptico de canelones..... | 16 |
| Figura 4.1 Resultados de Fuerza (g) del ensayo de flujo extensional por tracción para las muestras de pasta cocidas. | 19 |
| Figura 4.2 Resultados de Extensibilidad (mm) del ensayo de flujo extensional por tracción para las muestras de pasta cocidas..... | 20 |
| Figura 4.3. Resultados de Fuerza (g) del ensayo de flujo extensional por tracción para las muestras de pasta crudas..... | 21 |
| Figura 4.4 Resultados de extensibilidad (mm) del ensayo de flujo extensional por tracción para las muestras de pasta crudas. | 22 |
| Figura 4.5 Resultados de Fuerza (g) del ensayo de flujo extensional biaxial para las muestras de pasta cocidas. | 24 |
| Figura 4.6 Resultados de Extensibilidad (mm) del ensayo de flujo extensional biaxial para las muestras de pasta cocida..... | 25 |
| Figura 4.7 Resultados de Fuerza (g) del ensayo de flujo extensional biaxial para las muestras de pasta crudas..... | 26 |

| | |
|--|----|
| Figura 4.8. Resultados de Extensibilidad (mm) ensayo de flujo extensional biaxial para las muestras de pasta crudas..... | 27 |
| Figura 4.3.1 Representación gráfica de los resultados de la evaluación sensorial de las distintas muestras estudiadas. | 29 |
| Figura 4.3.2 Representación gráfica de los parámetros evaluados sensorialmente en las distintas muestras; a) Trigo rellena Congelada CG; b) Maíz relleno congelada SG; c) Trigo relleno fresco CG; d) Maíz seca SG. | 30 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 4.1.1. Resultados del ensayo de flujo extensional por tracción en muestras de pasta cocidas..... | 18 |
| Tabla 4.1.2. Resultados del ensayo de flujo extensional por tracción en muestras de pastas crudas..... | 20 |
| Tabla 4.2.1 Resultados del ensayo de flujo extensional biaxial de muestras de pasta cocidas..... | 23 |
| Tabla 4.2.2 Resultados de texturometría Biaxial de las distintas muestras Crudas..... | 26 |
| Tabla 4.3. Resultados de la evaluación sensorial de los distintos platos preparados y pastas de hojas comerciales. | 28 |

INTRODUCCION

1.1 Introducción

1.2 Enfermedad Celiaca

La enfermedad celiaca es una enteropatía crónica de origen autoinmune desencadenada por una intolerancia permanente a determinados péptidos del gluten de ciertos cereales, que aparece en personas genéticamente predispuestas, y que desaparece al suspender el contacto con el gluten. Una de las características de la enfermedad celiaca es la aparición de anticuerpos dirigidos contra antígenos propios (reticulina, transglutaminasa, etc.) y extraños (gliadina, etc.). La elevada rentabilidad diagnóstica de la positivización de dichos anticuerpos ha permitido reconocer formas inaparentes o atípicas de la enfermedad celiaca, lo que ha conducido a un cambio trascendental en la epidemiología de la enfermedad (Casellas *et al*, 2006).

En España el porcentaje de pacientes diagnosticados con la enfermedad celiaca en la población general adulta es también muy elevada (Figura 1.1), cifrándose en 1/389 habitantes (Casellas *et al*, 2006). El único tratamiento disponible actualmente para la enfermedad celíaca es la eliminación completa del gluten en la dieta y de las proteínas relacionadas, por lo cual se evitan los productos alimenticios que contienen trigo, centeno, y cebada. La mejora de los síntomas es generalmente vista en cuestión de días o semanas después de la iniciación de la dieta libre de gluten, mientras que la recuperación completa de la mucosa generalmente toma más tiempo (Lee y col., 2003).



Figura 1.1. Porcentajes de personas celíacas.

1.3 El gluten: complejo responsable de la elasticidad de la masa.

Las proteínas del gluten de trigo corresponden a las principales proteínas de almacenamiento que se depositan en las células del endospermo del grano en desarrollo. Estos forman una matriz proteínica continua en las células del grano seco maduro y se unen para formar una red continua viscoelástica cuando la harina se mezcla con agua para formar la masa. Estas propiedades viscoelásticas sustentan la utilización de trigo para dar pan y otros alimentos procesados .

En la figura 1.2 se representa la estructura del gluten, un grupo de proteínas de gluten, las subunidades de glutenina HMW, es particularmente importante para conferir altos niveles de elasticidad (es decir, fuerza de la masa). Estas proteínas están presentes en los polímeros LMW que se estabilizan por enlaces disulfuro y se consideran para formar la "columna vertebral elástica del gluten (Shewry y col., 2001).

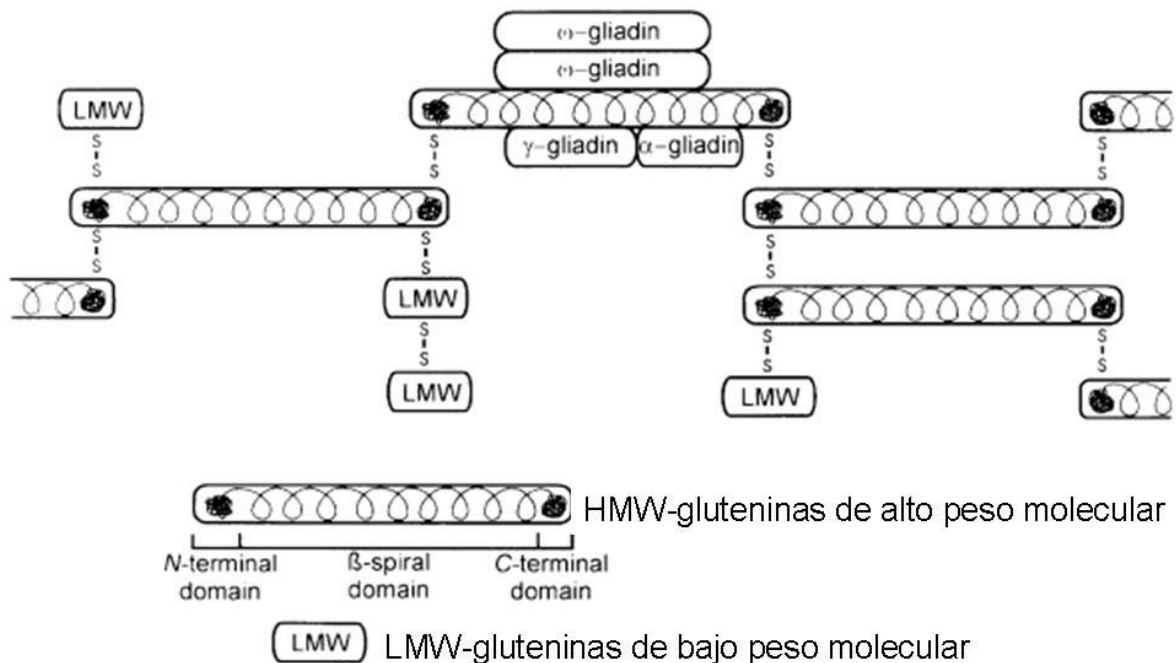


Figura 1.2. Modelo estructural del gluten de trigo en que las gluteninas de alto peso molecular proporcionan una cadena principal unidas por puentes disulfuro interactuando con las gluteninas de bajo peso molecular por enlaces disulfuro y con gliadinas por interacciones no covalentes.

1.4 Pastas Sin gluten

Existe un continuo aumento de la demanda de productos sin gluten, quizá debido a un incremento paralelo de la enfermedad celiaca, o de otras reacciones alérgicas o intolerancias al consumo de gluten (Larroza *et al*, 2013). El arroz se recomienda como un alimento seguro para los pacientes celiacos puesto que no posee gluten y se puede utilizar en la producción de la pasta libre de gluten. Durante la producción de la pasta de arroz, algunos problemas tecnológicos pueden surgir debido a la falta de gluten (Sozer *et al*, 2009). La sustitución del gluten en la formulación de las pastas es un importante reto tecnológico, ya que los procesos tecnológicos convencionales tienen que ser adaptados a las nuevas formulaciones de pastas sin gluten (Mariotti *et al*, 2011).

En todo caso, la sustitución del gluten representa un desafío tecnológico, ya que éste es un complejo proteico esencial que contribuye a la estructura de la pasta y sus atributos sensoriales (Lazaridou, 2007).

La caracterización reológica de los alimentos es importante para el diseño de operaciones unitarias, optimización de procesos y la alta calidad de los productos (Augusto *et al*, 2012). Los métodos reológicos objetivos que evalúan ciertos factores texturales tales como elasticidad, firmeza, compresibilidad y adhesividad, proporcionan información muy valiosa sobre la calidad de la pasta (Salazar *et al*, 2009). Se ha puesto de manifiesto que la textura, tanto de la pasta cruda como cocida, está muy influenciada por la calidad de las materias primas o ingredientes que se utilicen en su fabricación. Distintos investigadores han encontrado que los hidrocoloides pueden influir de manera positiva en el comportamiento reológico y sensorial de las masas y de las pastas correspondientes sin gluten (Raina, 2005).

1.5 Etiquetado de Alimento Sin Gluten.

Los alimentos espacialmente procesados para reducir el contenido de gluten, son aquellos alimentos consisten en uno o más ingredientes de trigo (es decir, todos las especies de *Triticum*, como el trigo, espelta y kamut), centeno, cebada, avena o sus variedades mestizas, que se han procesado especialmente para reducir el contenido de gluten a un nivel por

encima de 20 y hasta 100 mg/kg en total, basados en el alimento tal y como es vendido o distribuido al consumidor (Matos, 2013).

El REGLAMENTO (CE) No 41/2009 establece que tanto el etiquetado, la publicidad y la presentación de los productos sin gluten llevarán la mención «con tenido muy reducido de gluten». Pueden llevar el término «exento de gluten» si el contenido de gluten no sobrepasa los 20 mg/kg en total, medido en los alimentos tal como se venden al consumidor final.



Figura 1.3 Algunos símbolos utilizados a nivel mundial y de marcas comerciales en el etiquetado de productos sin gluten (Fuente: Imágenes Google.com).

1.6 Atributos sensoriales

Las propiedades organolépticas o atributos sensoriales vienen dados por unos conjuntos estímulos que interactúan con los receptores del catador, lo que quiere decir con los sentidos. Dicho receptor transforma la energía que actúa sobre el catador un proceso nervioso que se trasmite a través de los nervios aferentes hasta los sectores cordiales del cerebro, aquí se producen diferentes sensaciones: color, forma, tamaño (constituyen el aspecto), aroma, textura y sabor (Calabuig, 2012).

1.7 Texturometría: Estudio de las propiedades de extensibilidad y resistencia a la rotura de la pastas.

La textura de la pasta cocida se considera como la característica más crítica en la evaluación de la calidad de las pastas y la aceptación del producto por el consumidor. Normalmente en los productos sin gluten estas características se consideran más pobres, no pudiéndose comparar con los productos de gluten, resultados más compactos e insípidos, con una corteza que se desmigaja fácilmente. Es por ello que se están realizando estudios para intentar mejorar las condiciones de los productos sin gluten, además de las características texturales,

de manera que conseguir masas y calidad de productos finales de mayor calidad (Calabuig, 2012).

El análisis del perfil de textura es una buena herramienta para la determinación de parámetros texturales, pero debe prestarse especial atención a la selección de las condiciones experimentales para cumplir con el objetivo de obtener resultados coherentes (Fizsman, 1998).

1.7.1 Equipo: TAX.PLUS

El TA.XTplus analizador de textura es el instrumento insignia de análisis de textura de Stable Micro Systems, capaz de medir prácticamente cualquier producto físico característico, como dureza, fracturabilidad, adhesividad, resistencia de gel, la extensibilidad de los alimentos, cosméticos, productos farmacéuticos, geles, adhesivos y otros productos de consumo (figura 1.4) . Es empleado comúnmente para medir y cuantificar las pruebas fundamentales, empíricas y de imitación, tanto en compresión y tensión, cubriendo las relativas al análisis de la textura, propiedades de los materiales, así como efectos de la reología de líquido-sólido, semisólido, viscoso, material en polvo y granulado.



Figura 1.4 Analizador TAX.PLUS (Stable Micro Systems).

1.7.2 Modelo de Flujo Extensional por Tracción

El diseño es un avance importante para calibrar la calidad del producto y la maximización de repetición de compra en los centros comerciales. La tracción del aparejo de aros / pasta /fideos permite a los fabricantes perfeccionar la formulación de sus productos con la ayuda de un repetible análisis científico. Las medidas de los equipos de perforación a la tracción de aros / pasta /fideos la fuerza requerida para estirar las muestras de pasta o fideos cocidos al punto de ruptura, proporcionando una medida precisa de su extensibilidad.

Métodos de sujeción anteriores tienen dificultades debido a la presión desigual y en su defecto en la muestra puntos de montaje (figura 1.5). Es importante que el producto se rompa dentro del gálibo de longitud con el fin de garantizar los datos exactos de la prueba. El adaptador de aros / pasta /fideos consta de un cortador de aros y soportes adaptados para colocar la pasta. Este accesorio se adapta a las pinzas de tensión de para pasta A/SPR al análisis de las láminas de pasta.

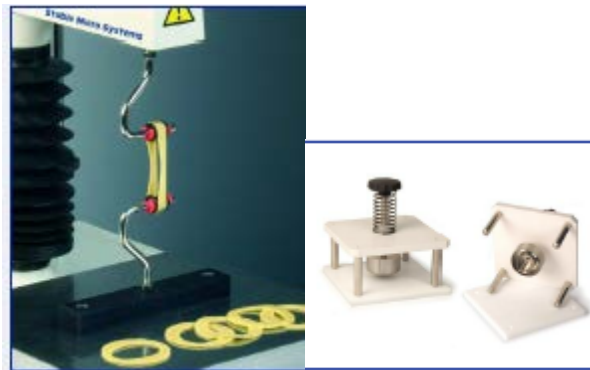


Figura 1.5 Fideos, pasta, tracción /Aparejos y Preparación de Muestras Cortador.

1.7.3 Modelo Biaxial de Flujo Extensional

Este accesorio ha sido diseñado para realizar mediadas de extensión y elasticidad en pasta laminada. El sistema ofrece una fórmula rápida y segura para sujetar con firmeza multitud de muestras delgadas con forma laminar. Consiste en dos plataformas que se superponen con muestras entre ellas. Ambas plataformas cuentan con un gran orificio en su interior que deja expuesta una sección circular de la muestra, permitiendo que una sonda esférica penetre la muestra (figura 1.6). Cuenta además con protección para evitar que las muestras se rompan en el punto de sujeción de las plataformas.

Otras aplicaciones incluyen ensayos de resistencia en films de embalaje, permitiendo al operador medir la resistencia, capacidad de recuperación y elasticidad de la muestra.



Figura 1.6 Soporte de extensibilidad/Tortilla, Lamina de Pasta.

1.8 Alimentos Congelados

La tecnología de congelación de alimentos ha avanzado notablemente, y su importancia económica también ha aumentado en todo el mundo. La congelación como cambio de estado ocasiona cambios en el producto. Sin embargo, el tiempo que el producto permanezca almacenado, así como el método de descongelación también influye en la calidad final del producto (Machado *et al*, 2008). Los cambios texturales durante el congelado se deben esencialmente a los cambios estructurales que suceden en los diferentes alimentos por el cambio de estado, la fracción de agua congelada, el rompimiento celular, y las características particulares de cada alimento.

1.9 Calidad de la pasta

En el proceso de producción de pastas, durante el amasado, las proteínas (el gluten, en el caso de pastas de trigo), mezcladas con el agua, forman una compleja estructura en la que quedan atrapados los gránulos de almidón. La calidad de la pasta depende de esta red proteica, ya que cuando la red es fuerte impide que durante la cocción las partículas de almidón pasen al agua de cocción, evitando que la pasta se vuelva blanda y pegajosa.

La calidad de las materias primas afecta la calidad de cocción de la pasta que puede ser evaluada en términos de adhesividad, firmeza, tolerancia a la cocción excesiva, absorción de agua, grado de hinchazón y pérdida de sólidos al agua de cocción. Las pastas de alta calidad tienen resistencia a la cocción y firmeza, no liberan una cantidad excesiva de materia orgánica en el agua de cocción y no muestran adhesividad. El desafío, entonces, consiste en desarrollar pastas libres de gluten, aptas para celíacos, que puedan ser consumidas por toda la familia, lo que requiere que también tengan óptima calidad sensorial y microbiológica, con una apariencia atractiva y natural, y larga vida útil (Larroza *et al*, 2014).

Los estudios han indicado que, aparte de las proteínas del gluten, el almidón también juega un papel importante en la determinación de la calidad de cocción de la pasta. Resmini y Pagani (1983) mostraron que la calidad de cocción de la pasta fue influenciado tanto por la gelatinización del almidón como por la formación de la red de proteínas (Aalam *et al*, 2007).

Objetivos

2.1 Objetivo General:

El principal objetivo del presente trabajo ha sido la comparación las propiedades sensoriales y de textura de platos prepara descongelados a base de pastas de hoja, con gluten y sin gluten. Se pretendió conocer también las características de textura de láminas de lasaña con y sin gluten comerciales de preparados frente a los atributos sensoriales valorados por un panel sensorial.

Materiales y Métodos

3. Materiales y Métodos

3.1 Materiales

En este estudio se han analizado seis formulaciones de pasta diferentes. Tres formulaciones son de pasta con gluten (CG) y otras tres de pasta sin gluten (SG), además existen otras variantes como el estado inicial de la pasta, fresca o congelada, o si está rellena de otros ingredientes.

A continuación se especifican las distintas muestras a las que se le realizaron los análisis de textura y evaluación sensorial:

- **Pastas Secas Maíz Faizon.** Pasta seca (en láminas) comercial sin gluten (harina de maíz 55% y harina de arroz 45%).
- **Pasta Fresca Congelada Maíz La Santiña.** Pastas frescas extraída de Lasaña preparada rellena comercial preparada de forma artesanal sin gluten (Ingredientes pasta: almidón de maíz, huevo, goma xantana; relleno: carne de ternera 50% y carne picada de cerdo 50%, sal, aceite de girasol, bechamel (leche entera, almidón de maíz, sal y pimienta), queso mozzarella).
- **Pastas Frescas de arroz Vaporizada.** Pasta fresca elaborada en planta piloto (harina de arroz vaporizado, goma xantana, harina de maíz).
- **Pastas Frescas de Trigo.** Pasta fresca elaborada en planta piloto (sémola de trigo, harina de trigo blando: duro (70:30), albumina y sal).
- **Pastas Frescas de Trigo Fleury Michon.** Pastas frescas extraídas de Lasaña fresca comercial (sémola de trigo duro y huevo). Relleno salsa boloñesa (tomate, agua, mezclas de carnes de cerdo y vacuno, fibra de trigo y sulfitos, cebolla, aceite de oliva, sal, orégano, ajo, albahaca y romero) y bechamel (agua, derivados de leche, espesantes, goma xantana, pimienta y nuez moscada).
- **Pastas Frescas de Trigo congelado Carrefour.** Pasta fresca en láminas extraídas de Canelones de carne comerciales congelados (sémola de trigo duro y harina de trigo). Relleno: carne de cerdo, tomate, aceite de girasol, azúcar, corregento, pan rallado y almidón de maíz modificado y de salsa bechamel).

3.2 Preparación de las Muestras de Pasta

Las muestras de pastas de Arroz Vaporizada y Pastas Frescas Trigo se prepararon en la planta piloto de Tecnología de los Alimentos de la escuela de Ingeniería Agrónoma de la UPCT. Para la elaboración de estas muestras se mezclaron los ingredientes secos, el agua y aditivos en la máquina para la elaboración de pastas modelo Dolly, de LA MONFERRINA.

Una vez elaboradas las pastas se tomaron láminas de pastas frescas de arroz vaporizado y Trigo Fresco sin procesar, correspondientes a las muestras crudas, y además, estas muestras se cocieron en baño con agua hirviendo durante un minuto, correspondiéndose con las muestras cocidas. Se llevaron a cabo para cada muestra nueve repeticiones en el análisis de texturometría.



Figura3.1 Máquina para la elaboración de pasta modelo Dolly de LAMONFERRINA.

Para los análisis para las pastas elaboradas congeladas, Pasta Fresca Congelada Maíz La Santiña y Pastas Frescas de Trigo congelados Carrefour., se procedió a la descongelación de las muestras en frigorífico a 5°C durante 24 horas, correspondiéndose estas muestras descongeladas con las muestras crudas. Estas muestras se analizaron también cocidas, siguiendo las indicaciones de cocinado del fabricante en cada tratamiento. En cada muestra se analizaron seis repeticiones en el análisis de texturometría.

En el caso de las láminas secas, Pastas Secas Maíz seco Faizon, se realizó una rehidratación (RH) a 60⁰C durante 20 minutos, correspondiéndose con la muestra cruda, y también se analizaron las muestras cocidas, en agua hirviendo durante 5 minutos. Cada una de estas muestras se analizó nueve repeticiones en el análisis de texturometría.

3.3 Mediciones Textura

El instrumento utilizado fue un analizador de textura TA-XT Plus (Stable Microsystems, Godalming, Surrey, Reino Unido) con una célula de carga de 5 kg. Todas las formulaciones de pasta, en sus diferentes formas, fueron analizadas mediante este equipo, para ello se usaron diferentes accesorios. Los análisis realizados fueron los siguientes:

3.3.1 Modelo Biaxial de Flujo Extensional

Mediante este accesorio se realizan medidas en la masa de elasticidad y extensibilidad. La muestra, debe presentar una forma cuadrada, se dispone en el interior de una plataforma específica (TA 108) (Figura 1.6).

Una vez la muestra está dispuesta en el accesorio, una sonda con una cabeza redonda penetra en la lámina, recorriendo una distancia de 20 mm con una velocidad constante de 1 mm/seg, hasta que atraviesa por completo la lámina.

Mediante este ensayo se determinan las variables Fuerza (g) y la deformación alcanzada (Extensibilidad mm).

Cada formulación fue analizada nueve veces en las muestras frescas y 6 veces en las muestras congeladas.

3.3.2 Modelo de Flujo Extensional por Tracción

Mediante el ensayo del Flujo Extensional por Tracción, se obtiene información de la resistencia a la rotura, mediante un esfuerzo a tracción (Fuerza, g), y la elasticidad de la pasta (extensibilidad, mm).

Para la elaboración del ensayo, las láminas de pasta son cortadas en forma de aros (Figura 1.5), las cuales fueron colocadas en el accesorio de medida, correspondiente a unas

pinzas de tensión. El ensayo se realizó con una distancia inicial entre pinzas de 12 mm y una velocidad de 20 mm/s.

Cada formulación fue analizada nueve veces en las muestras frescas y 6 veces en las muestras congeladas.

3.4 Evaluación Sensorial

Con el fin de comprobar la aceptabilidad de los productos ya puestos en el mercado, un análisis sensorial fue llevado a cabo. Se utilizó una escala hedónica, con un análisis descriptivo cuantitativo (QDA), para medir los atributos sensoriales de las muestras de pasta comerciales, con y sin gluten.

Se llevó a cabo el análisis sensorial para cuatro de las seis muestras estudiadas. El análisis organoléptico se realizó para las muestras de Maíz relleno congelado SG, Trigo relleno fresco CG, Trigo relleno congelado CG y para las láminas de Maíz seco SG cocidas.

Los atributos a evaluar fueron: la apariencia (relacionado con el color), sabor, consistencia (relacionado con la textura) y la aceptabilidad global. Cada panelista recibió una hoja de formulario para evaluar los atributos mencionados.

Ficha de Análisis Organoléptico de Canelones
(Esquema simplificado, según IFU Analysis, No. 25-2005, Organoleptic Examination)

Código de Muestra: _____ Fecha (dd/mm/aaaa): _____; hora: _____

Catador (Nombre): _____

| Puntuación de cada Atributo | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Puntos |
|---|---------------------------|---|---|--|---|---------------|
| Textura | Muy buena (muy agradable) | Buena (suave) | Aceptable (correcta) | Mala (muy dura o muy blanda) | Muy mala | |
| Color | Muy bueno | Bueno (sin diferencias con los productos comerciales) | Aceptable (correcto) | Malo (un poco intenso o un poco palido) | Muy malo (demasiado intenso o demasiado palido) | |
| Aroma | Sobresaliente, Perfecto | Limpio, sin fallos o defectos | Aceptable (poco perceptible, aroma débil) | Malo (aroma débil con fallos apreciables) | Muy malo (alterado, fallos o defectos graves) | |
| Sabor | Sobresaliente, perfecto | Limpio, sin fallos o defectos | Aceptable (Sabor poco definido) | Malo (sin sabor o fallos apreciables) | Muy malo (alterado, fallos o defectos graves) | |
| Aspecto Visual | Muy apetecible | Apetecible | aceptable | Malo (sin color o con fallos apreciables) | Muy malo (aspecto desagradable) | |
| Consideraciones sobre Calidad Global | Producto calidad selecta | Producto comercial bueno | Producto con defectos pero aceptable | Producto que necesita mejoras; tendría venta limitada | No satisfactorio para su venta | |
| | | | | Total puntos | | |
| | | | | Propuesta: Se acepta (SI) Se rechaza (NO) | | |

Figura 3.2 Ficha Análisis organoléptico de canelones.

3.5 Análisis Estadísticos

Los datos obtenidos en el análisis sensorial fueron tratados estadísticamente mediante el paquete informático STATGRAPHICS plus (versión 5.1). Los datos se analizaron usando un análisis de varianza (ANOVA) y las medias se compararon usando el método de la diferencia mínima significativa (LSD) con un nivel de significación de ($p < 0,05$).

Resultados y Discusión

4.1 Análisis flujo extensional por tracción

4.1.1 Resultados de los análisis de flujo extensional por tracción de las muestras cocidas.

En este estudio fueron llevados a cabo análisis de textura por medio de ensayos atracción de las muestras de pasta cocidas. Se obtuvieron datos de Fuerza (g), extensibilidad (mm) y pendiente (g/s), que se muestran en la Tabla 4.1.1., y las Figuras 4.1. y 4.2.

Tabla 4.1.1. Resultados del ensayo de flujo extensional por tracción en muestras de pasta cocidas.

| Muestras Cocidas | | Fuerza (g) | Extensibilidad (m/m) | Pendiente (g/s) |
|--|--------------|------------|----------------------|-----------------|
| Pastas de Almidón de Maíz "La Santiña" | Media | 21.166 | 7.19 | 6.538 |
| | Ds | 5.442 | 0.633 | 2.262 |
| Pastas de Arroz Vaporizado Fresca | Media | 21.534 | 5.018 | 8.621 |
| | Ds | 4.608 | 0.705 | 1.358 |
| Pastas Fresca de Trigo "Fleury Michon" | Media | 52.361 | 16.644 | 8.066 |
| | Ds | 6.440 | 2.976 | 0.894 |
| Pastas Frescas de Trigo | Media | 64.1787 | 11.083 | 16.214 |
| | Ds | 15.855 | 1.387 | 2.430 |
| Pasta Seca Maíz "Fazion" | Media | 99.46 | 22.77 | 13.92 |
| | Ds | 5.442 | 0.633 | 2.262 |

La Figura 4.1 muestra los valores de la fuerza de tracción aplicada a la pasta hasta que esta se rompe, es decir, a mayor fuerza registrada mayor resistencia de rotura a tracción. La muestra que mayor fuerza presentó fue la muestra estimándose un promedio de fuerza de Pasta Seca Maíz Fazion 99,46g. Las dos muestras analizadas con gluten presentan valores de fuerza comprendidos entre 50-70g, muy por debajo de la muestra de Pasta Seca Maíz Fazion, pero superior a las otras dos muestras sin gluten, correspondientes a Pastas de Arroz Vaporizado Fresca y Pastas de Almidón de Maíz "La Santiña, que presentan datos de fuerza en torno a 20 (g). Normalmente la ausencia de gluten da como resultado muestras de reducida resistencia debido a la falta de esta proteína, obteniendo datos de resistencia inferiores a las muestras de trigo. Por tanto, la formulación de la muestra Pasta Seca Maíz "Fazion" da como resultado una muestra capaz de resistir industrialmente todos los esfuerzos necesarios para ser procesada, cubriendo por completo la función del gluten.

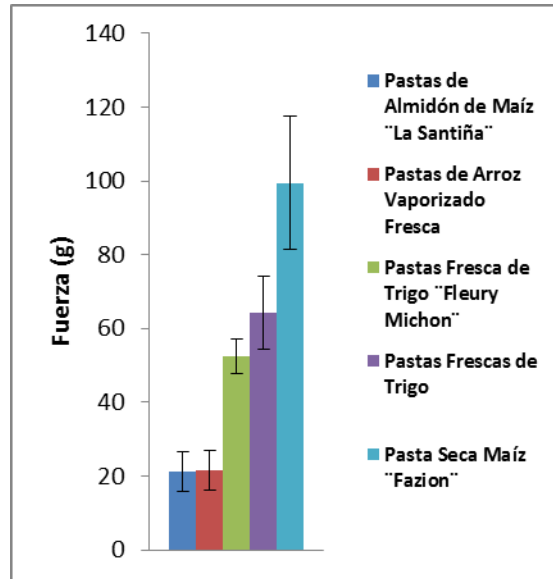


Figura 4.1 Resultados de Fuerza (g) del ensayo de flujo extensional por tracción para las muestras de pasta cocidas.

En la Figura 4.2 se observan los datos de extensibilidad (mm) de las diferentes muestras cocidas. De igual modo que en la figura anterior, la muestra Pasta de Maíz Seco Fazion sigue siendo la que mayor valor de extensibilidad registra (22,77mm). Este valor indica la distancia que la muestra puede estirarse antes de romperse. Las muestras que menor extensibilidad registran son Pastas Almidón de Maíz la Santiña con 7.19 (mm) y Pastas de Arroz Vaporizado con 5.018 (mm). Las muestras de trigo siguen presentando datos intermedios.

Tanto para los datos de Fuerza (g) como de extensibilidad (mm) se encuentran diferencias muy altas entre las distintas formulaciones estudiadas. Las muestras Pasta de Maíz Seco Fazion y Pastas Almidón de Maíz la Santiña, presentan los resultados más diferentes, a pesar de ser ambas formulaciones sin gluten. La primera formulación muestra los datos más altos de resistencia, y la otra los valores más bajos. Estas diferencias pueden ser debidas a la formulación, ya que la Pasta de Maíz Seco Fazion presenta harina de arroz en su composición, y la de Pastas Almidón de Maíz la Santiña, sólo contiene almidón de maíz. También el estado en el que se encuentra la masa, congelado o fresco, puede influir en la resistencia ofrecida por la masa.

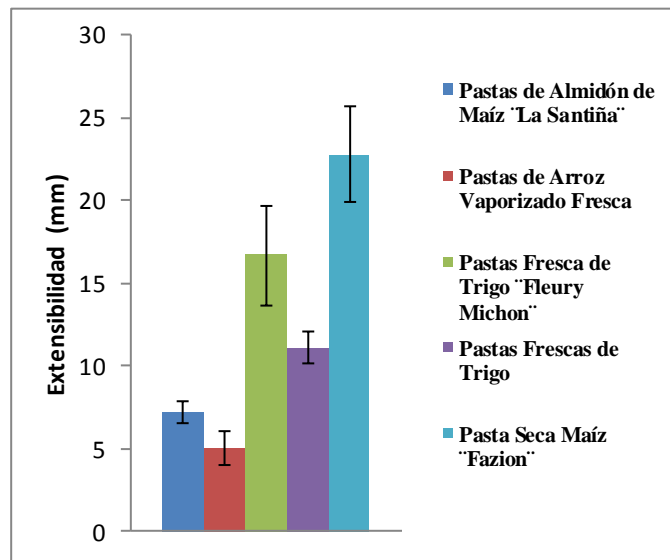


Figura 4.2 Resultados de Extensibilidad (mm) del ensayo de flujo extensional por tracción para las muestras de pasta cocidas.

4.1.2 Resultados de los análisis de flujo extensional por tracción de las muestras crudas.

En la Tabla 4.1.2 se muestran los valores promedios de los parámetros de fuerza (g), extensibilidad (mm) y pendientes (m/g), también los valores correspondientes a las desviaciones estándar, correspondientes a las muestras crudas analizadas.

Tabla 4.1.2. Resultados del ensayo de flujo extensional por tracción en muestras de pastas crudas.

| Muestras | | Fuerza (g) | Extensibilidad (m/m) | Pendiente (g/s) |
|--|--------------|------------|----------------------|-----------------|
| Pasta Seca Maíz "Fazion" | Media | 54.23 | 9.551 | 14.99 |
| | Ds | 15.05 | 1.536 | 2.37 |
| Pastas Fresca de Trigo "Fleury Michon" | Media | 14.875 | 6.012 | 17.728 |
| | Ds | 4.631 | 1.534 | 0.000 |
| Pastas de Arroz Vaporizado Fresca | Media | 34.020 | 10.820 | 9.481 |
| | Ds | 3.029 | 1.195 | 2.740 |
| Pastas Frescas de Trigo | Media | 141.442 | 16.548 | 21.165 |
| | Ds | 27.302 | 3.281 | 3.281 |

En la Figura 4.3 se observan los valores de la fuerza de tracción máxima registrada para las pastas crudas. Los valores obtenidos para la muestra Pastas Frescas de Trigo son los más

altos registrados. Según Zweifel (2001) la presencia de gluten en las pastas las hace más resistentes frente a la rotura, aunque esto está determinado por la homogeneidad, la densidad y la continuidad de la red de proteína del gluten.

Esta puede ser la causa de que la otra muestra de trigo analizada, Pastas Fresca de Trigo Fleury Michon presente los valores de fuerza más bajos registrados, por debajo incluso de muestras sin gluten.

Las muestras Pastas de Arroz Vaporizado Fresca y Pasta Seca Maíz Fazion (re-hidratada, RH) presentan valores de fuerza inferiores a la pasta de, pero superiores a la de Las muestras Pastas Fresca de Trigo Fleury Michon presentan crudas, por tanto, la rigidez que presenta se debe a la gelatinización que se da durante su elaboración, debido a la ausencia de gluten, la gelatinización del almidón de maíz o del arroz es más débil que la que presenta la formulación de trigo fresco (con gluten).

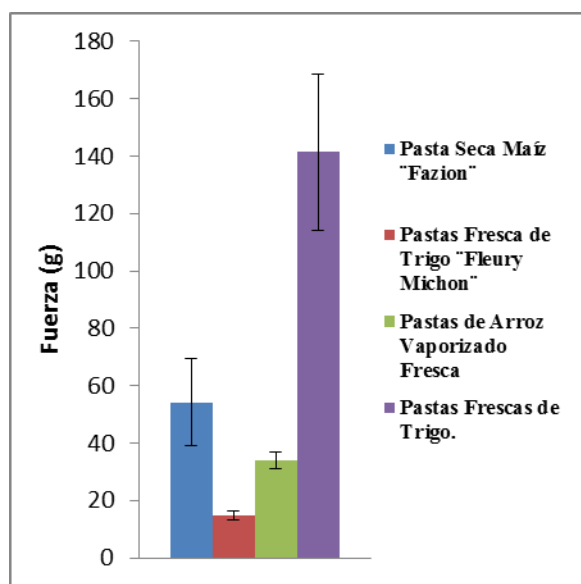


Figura 4.3. Resultados de Fuerza (g) del ensayo de flujo extensional por tracción para las muestras de pasta crudas.

En la Figura 4.4 se presentan los valores de los parámetros de Extensibilidad (mm). Al igual que en la figura anterior, la muestra de Pastas secas de Trigo Fleury Michon presenta un valor de extensibilidad superior al resto de muestras analizadas. Sin embargo se puede observar en esta gráfica (Figura 4.4) que la muestra Pastas Fresca de Arroz Vaporizada presenta un valor similar a la muestra de Pastas Seca Maíz Fazion, y mayor que la muestra Pastas frescas de Trigo Fleury Michon.

Las muestras que presentan mayores valores de extensibilidad son las que soportan mayores esfuerzos.

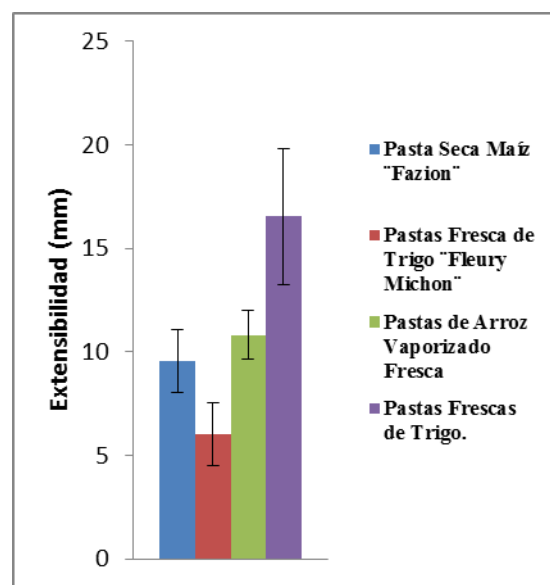


Figura 4.4 Resultados de extensibilidad (mm) del ensayo de flujo extensional por tracción para las muestras de pasta crudas.

4.2 Análisis flujo extensional biaxial.

4.2.1 Resultados de los análisis de flujo extensional biaxial de las muestras cocidas.

Las mediciones de fuerza y extensibilidad nos permiten evaluar la deformación de la pasta, informándonos de su calidad.

Los valores promedio del análisis biaxial para las pastas cocidas, tanto frescas como congeladas, secas (re-hidratadas), rellenas, con o sin gluten, se presentan en la Tabla 4.2.1.

Tabla 4.2.1 Resultados del ensayo de flujo extensional biaxial de muestras de pasta cocidas.

| Muestras Cocidas | | Fuerza (g) | Extensibilidad (m/m) | Pendiente (g/s) |
|-------------------------------------|-------|------------|----------------------|-----------------|
| Pastas Almidón de Maíz "La Santiña" | Media | 61.93 | 6.99 | 3.949 |
| | DS | 3.069 | 0.537 | 0.095 |
| Pastas de Trigo "Carrefour". | Media | 74.3025 | 9.563 | 4.001 |
| | DS | 13.996 | 1.374 | 0.068 |
| Pastas de Arroz Vaporizado | Media | 173.741 | 7.859 | 4.591 |
| | DS | 23.398 | 0.863 | 0.744 |
| Pasta Seca Maíz "Fazion" | Media | 483.934 | 19.22 | 22.36 |
| | DS | 78.103 | 3.499 | 24.413 |
| Pastas Frescas de Trigo | Media | 452.697 | 16.912 | 3.937 |
| | DS | 76.097 | 2.412 | 0.117 |

En este estudio se obtuvieron los mayores valores de fuerza para las muestras Maíz seca SG (cocida) (Figura 4.5), seguido muy de cerca por la muestra de Pastas Frescas de Trigo.

Las muestras que menores datos de Fuerza registraron son las de Pasta Seca Maíz "Fazion" y Pastas Frescas de Trigo. Este resultado parece indicar que no es el gluten el responsable de la mayor o menor oposición a la deformación de las muestras cocidas, si no el hecho de que las muestras estén congeladas. La congelación parece afectar a la resistencia de las muestras dando como resultado muestras menos resistentes. Riva *et al* (2000) encontraron que la velocidad y el grado de retrogradación del almidón fue exagerada en temperaturas frías.

La muestra Pastas Frescas de Arroz Vaporizada presenta unos valores de fuerza medios con respecto al resto de muestras analizadas.

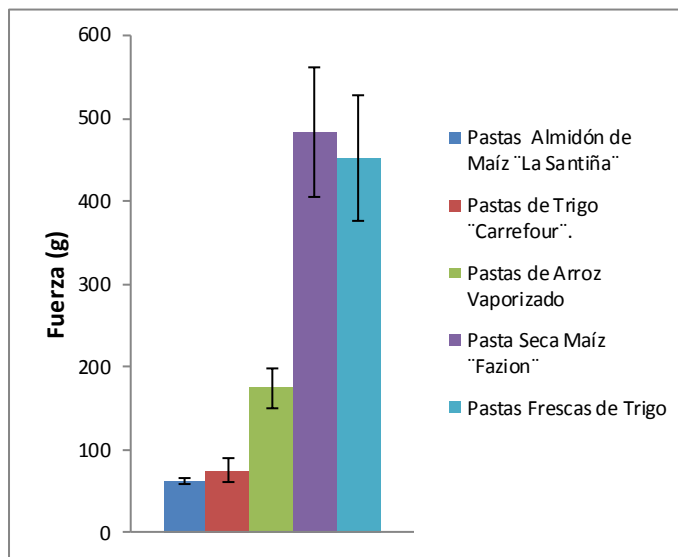


Figura 4.5 Resultados de Fuerza (g) del ensayo de flujo extensional biaxial para las muestras de pasta cocidas.

En la figura 4.6 se pueden observar los resultados de extensibilidad de las muestras cocidas. Se puede apreciar que la muestra Pastas secas de Maíz Fazion es la que alcanza mayor extensibilidad, 19,22 mm, seguida de la muestra Pastas Frescas de Trigo, 16,912 mm. Muchos estudios afirman que la proteína del gluten es responsable de las funciones de elasticidad de las pastas, pero en este estudio las muestra Pastas secas de Maíz Fazion ha mostrado un comportamiento similar a las del gluten.

Esta gráfica muestra unos resultados similares a la gráfica anterior, es decir, las muestras que mayor fuerza de deformación resisten son las que más extensibilidad presentan. Para las muestras de Pastas de Almidón de Maíz La Santiña (6,99 mm) y Pastas Frescas de Trigo Carrefour (9,563 mm) se obtuvieron los valores más bajos de extensibilidad para las pastas cocidas, lo cual es probable estén influenciados por la congelación. La muestra Vaporizada fresca SG presenta unos valores similares a estas dos últimas.

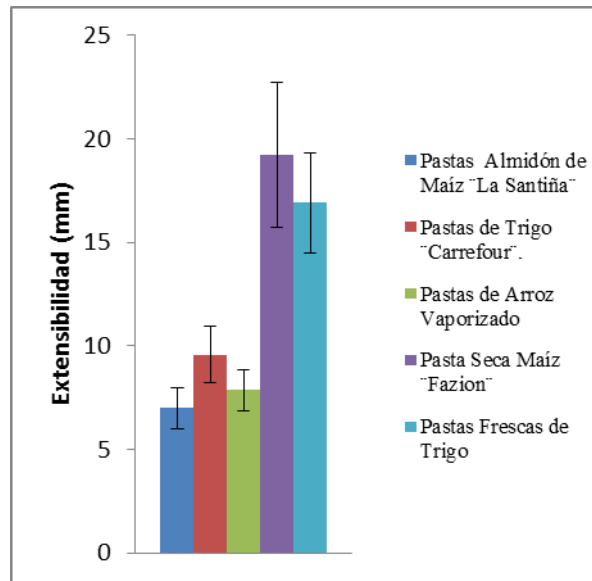


Figura 4.6 Resultados de Extensibilidad (mm) del ensayo de flujo extensional biaxial para las muestras de pasta cocida.

Meneen y Brismar (2003) reportaron que durante la etapa de cocinado, la microestructura de la pasta sufre un cambio profundo, siendo este cambio mayor cuando el cocimiento ha sido prolongado, principalmente en la parte externa de la pasta donde se presenta una red proteica menos continua y los gránulos de almidón gelatinizados algunos se han deteriorado y han perdido su integridad.

4.2.2 Resultados de los análisis de flujo extensional biaxial de las muestras crudas.

La Tabla 4.2.2 recoge los resultados de las Pastas frescas de Arroz, Pastas Secas de Maíz y Pastas Frescas de Trigo Carrefour. La representación está dada por la media y desviación estándar, de las fuerzas de rotura (g), extensibilidad (mm) y pendiente (m/g), representadas gráficamente en las Figuras 4.7 y 4.8.

Tabla 4.2.2 Resultados de texturometría Biaxial de las distintas muestras Crudas.

| Muestras Crudas | | Fuerza (g) | Extensibilidad (m/m) | Pendiente (g/s) |
|----------------------------|-------|------------|----------------------|-----------------|
| Pastas de Arroz Vaporizado | Media | 299.645 | 6.866 | 3.807 |
| | Ds | 33.2721 | 0.9151 | 0.1458 |
| Pasta Seca Maíz "Fazion" | Media | 586.278 | 14.979 | 17.779 |
| | Ds | 54.6567916 | 2.2655568 | 47.98272641 |
| Pastas Frescas de Trigo | Media | 593.163 | 14.864 | 3.944 |
| | Ds | 44.283 | 0.819 | 0.051 |

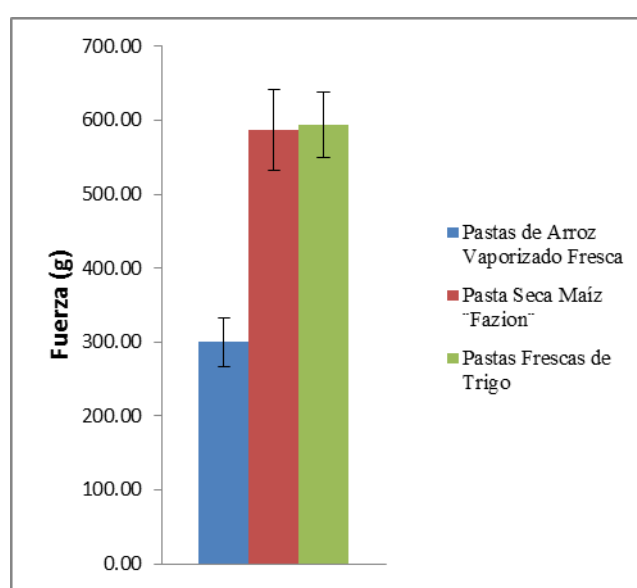


Figura 4.7 Resultados de Fuerza (g) del ensayo de flujo extensional biaxial para las muestras de pasta crudas.

Alamprese y col.(2005), expresaron que al exponer la pasta elaborada con harina de trigo al huevo a un tratamiento hidrotérmico (cocción) se forma una red de proteínas compacta que mejora la incorporación de los gránulos de almidón en la superficie y da lugar a una estructura más firme.

La figura 4.7 muestra los resultados de la fuerza de rotura biaxial de las pastas cocidas, observándose un valor similar en las pastas en Pastas Secas de Maíz Fazion con un promedio de 586,27g de fuerza y Pastas Frescas de Trigo con 593,16 g de fuerza de rotura.

Estos resultados estiman que existe un comportamiento homogéneo en la formulación de la Pastas Seca de Maíz Fazion llegando estas muestras a obtener valores similares a

los de las Pastas Frescas de Trigo, asemejándose su comportamiento a una masa con gluten. Sin embargo la muestra Vaporizada fresca SG se observa un promedio de 299,645g, menor que las muestras anteriores, los ingredientes empleados en su formulación, o su forma de elaboración no son suficientes para asemejar el comportamiento de esta pasta a una pasta con gluten.

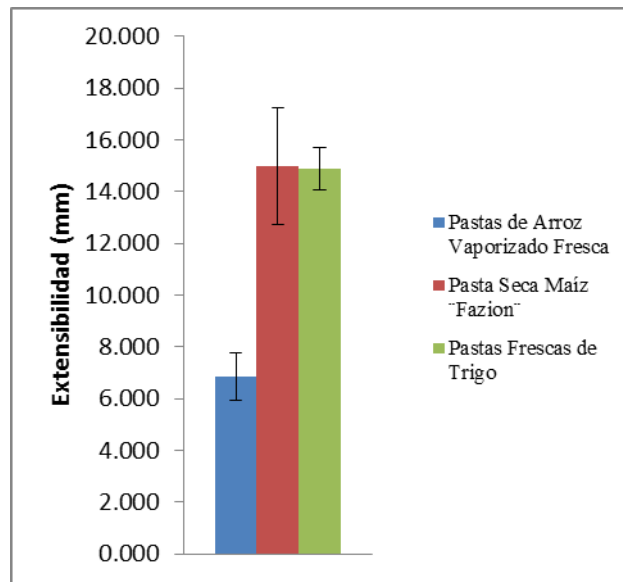


Figura 4.8. Resultados de Extensibilidad (mm) ensayo de flujo extensional biaxial para las muestras de pasta crudas.

La Figura 4.8 representa la extensibilidad del ensayo biaxial. El comportamiento de las pastas es análogo a la figura anterior, a mayor fuerza mayor extensibilidad de las muestras. Larrosa 2011, observo la dependencia cuadrática existente en el contenido de agua; en los niveles medios, el producto era más elástico que en los valores extremos donde concluyó que las pastas de menor contenido de proteínas tenían más cantidad de almidón, lo que puede influir en la elasticidad de las mismas.

En la misma gráfica (figura 4.8.) se observa que las muestras de Pastas Frescas de Arroz Vaporizada presentan valores más bajos de extensibilidad biaxial en comparación con las demás muestras 6,866 mm. Como medida exacta y de calidad de las pastas se puede observar que la variable de extensibilidad esta relaciona de igual forma con el tratamiento de cocción.

Es probable que las muestras de Pastas Frescas de Arroz Vaporizada no produzca una extensibilidad menor debido a la cocción. La medición extensional biaxial podría ser una prueba más en la evaluación de calidad de las pastas y de las pastas sometidas a cocción (Salazar, 2009).

4.3 Evaluación Sensorial de Platos Preparados

Se una evaluación sensorial de los platos preparados comerciales, con y sin gluten, con el propósito de conocer el grado de aceptabilidad en los diferentes atributos sensoriales.

Los resultados se presentan en la Tabla 4.3.1, donde puede notarse que los consumidores solo detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el sabor. Estas diferencias solo se pueden apreciar en las muestras de Pastas de Trigo Carrefour y Pastas de Almidón de Maíz La Santiña.

En cuanto a los demás parámetros sensoriales estudiados (aspecto visual, textura, aroma, color, calidad global) las distintas muestras mostraron promedios superiores al punto de indiferencia (3).

Tabla 4.3. Resultados de la evaluación sensorial de los distintos platos preparados y pastas de hojas comerciales.

| Muestra | Textura | Color | Aroma | Sabor | Aspecto Visual | Calidad Global |
|--------------------------------------|-----------|------------|------------|-------------|----------------|----------------|
| Pastas de Trigo Carrefour | 3,8± 0,44 | 4,4 ± 0,54 | 4,6 ± 0,54 | 4,0 ± ≥0,70 | 3,6±0,54 | 3,8±0,44 |
| Pastas de Almidón de Maíz La Santiña | 3,4±1,14 | 3,2±1,09 | 3,6±0,89 | 3,4±≥0,89 | 3,3±0,10 | 3,4±1,14 |
| Pastas Fresca de Trigo Fleury Michon | 4,4±0,54 | 4,2±0,84 | 4,6±0,54 | 4,2±0,83 | 4,2±0,44 | 4,2±0,44 |
| Pasta Seca Maíz Fuzion | 2,6±0,54 | 2,8±0,44 | 3±0,44 | 2,8±0,44 | 2,8±0,83 | 3±0,44 |

La figura 4.3.1 muestra de forma gráfica los valores adquiridos por las diferentes pastas en los respectivos atributos analizados.

Las muestras con mejores resultados obtenidos en la evaluación sensorial, son las muestras Pastas Fresca de Trigo Fleury Michon, alcanzando un promedio de 4.4 en textura, las Pastas de Trigo Carrefour mantuvieron un promedio de 3.32 en los atributos de textura.

En las demás muestras el consumidor destaca mayor aceptabilidad por las Pastas Fresca de Trigo Fleury Michon en lugar de las muestras congelada o seca, como se puede observar que las Pasta Seca Maíz "Fazion" a pesar que fueron evaluadas cocidas solo se mantuvieron en un promedio de aceptabilidad3definidocomo el punto de indiferencia.

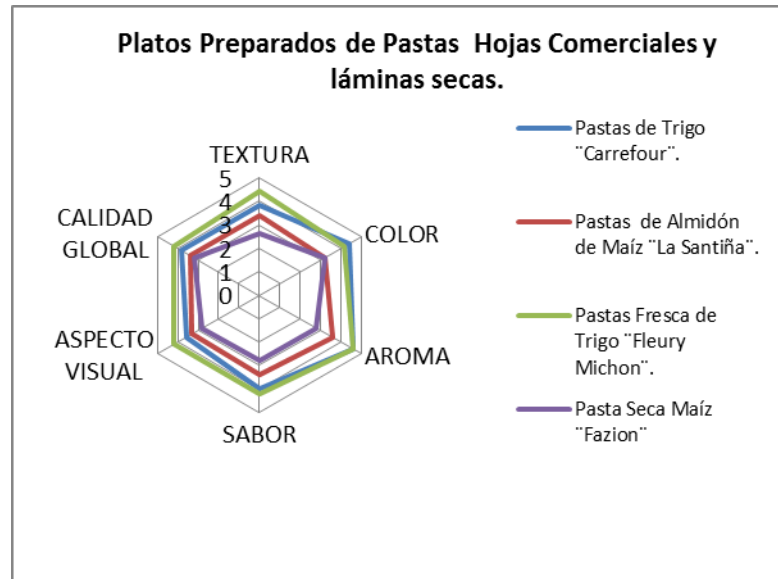


Figura4.3.1 Representación gráfica de los resultados de la evaluación sensorial de las distintas muestras estudiadas.

Muchos de los panelistas expresaron que la pasta de almidón de Maíz presenta diferencia con respecto a la muestra de las Pastas de Trigo Carrefour añadiendo que esta era más salada y gelatinosa, representado menor puntuación.

Los panelistas para esta evaluación tomaron mucho en cuenta el sabor del relleno y textura de los platos preparados, atribuyéndole la mejor puntuación a la pasta de Pastas frescas de Trigo Fleury Michon, esto podría deberse a que tanto el relleno como la salsa de tomate está más asociada a los hábitos alimenticios de los catadores (Granitoetal,2009).

A continuación se presentan las gráficas de los distintos parámetros evaluados para cada una de las muestras platos preparados y pastas de hojas comerciales:

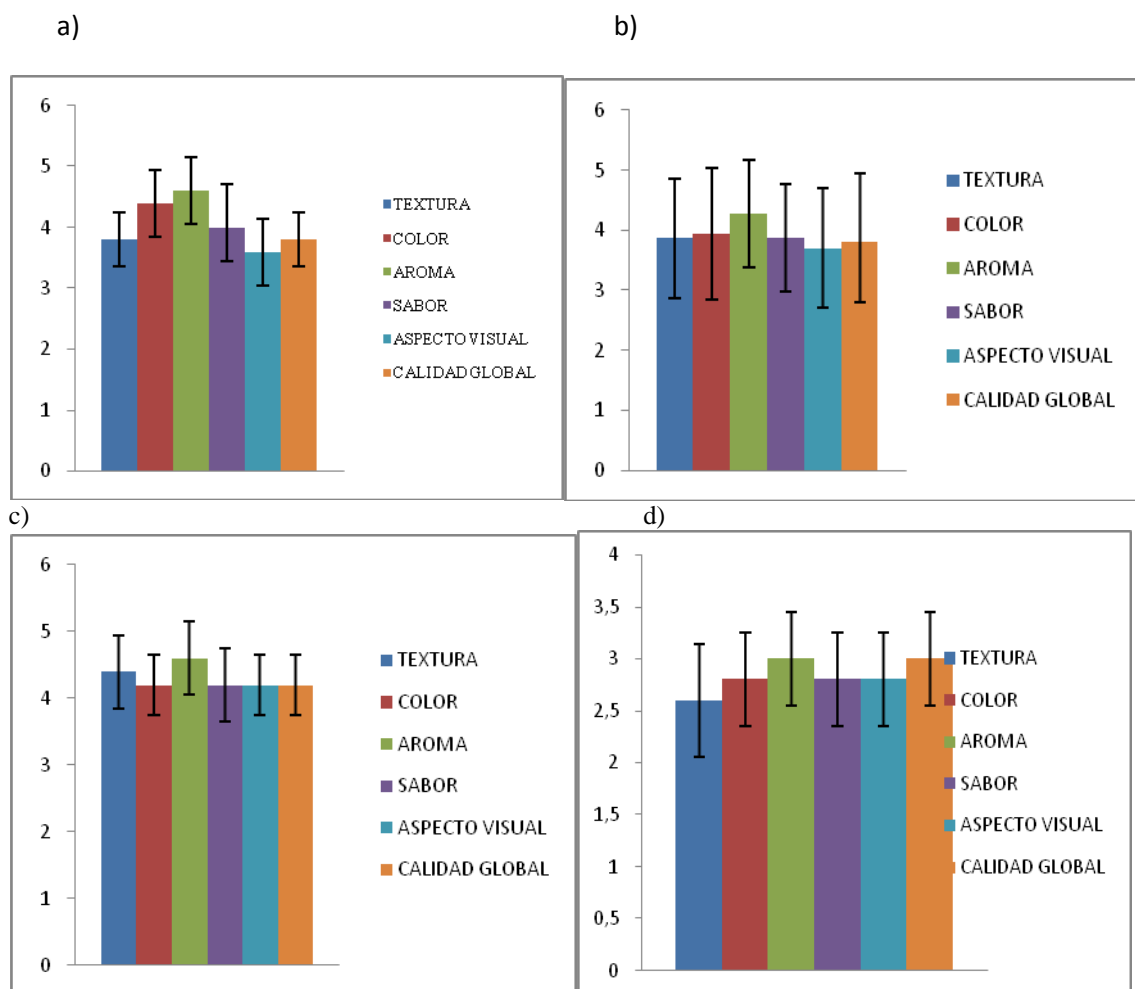


Figura 4.3.2 Representación gráfica de los parámetros evaluados sensorialmente en las distintas muestras; a) pastas de Trigo Carrefour b) Pastas de Almidón de maíz La Santiña; c) Pastas Frescas de Trigo Fleury Michon; d) Pastas Secas de maíz Faizon.

De forma desglosada, la muestra con mejor textura es la pasta fresca de trigo fleury (c), siguiéndole a esta la pasta de trigo Carrefour (a), pasta de almidón de maíz la Santiña, que presenta una textura muy gelatinosa(c). La muestra pastas secas de Maíz faizon presenta la peor puntuación, posee una textura muy dura, no agradable al paladar (d).

En lo que respecta al color, la muestra de mejor valorada es la pasta de trigo Carrefour (a), seguida por las muestras pasta de trigo fresca fleury michon (c) y pasta fresca de almidón de maíz (b).La pasta de menor aceptación en cuanto al color es la muestra pastas seca de maíz fazion (d).

El mejor aroma lo presentan las muestras de pasta de trigo Carrefour (a), y la pasta de almidón de maíz la Santiña (b), seguidas de las pastas fresca de trigo fleury michon, donde este muestra obtuvo una media de aceptación para su comercialización (c). La muestra más desventajada en este caso es la pasta seca de maíz fazion (d).

Por el contrario, el sabor está mejor evaluado en las pastas frescas de trigo fleury michon (c), en segundo lugar están las muestras de pastas de trigo Carrefour (a). Las muestras de almidón de maíz la santiña alcanza la indiferencia, obteniendo 3 de puntuación (Tabla 4.5). Las muestras que obtuvieron menos puntuación fueron las muestras de pastas (d), fueron secas de maíz fazion catalogadas como sin sabor o con fallos apreciables.

El aspecto visual mejor considerado es el de la muestra de pasta fresca de trigo fleury michon (c), donde los catadores la consideran apetecible al paladar, seguida de las pastas de trigo Carrefour (a) y pasta de almidón de maíz la Santiña (b), las cuales obtuvieron una puntuación mayor de 3. La pasta secas de maíz fazion (d) fue la peor evaluada, los catadores observaron fallos apreciables.

Por último, se realizó una referencia a la calidad global evaluada por los catadores, en esta se indica la aceptación final y por tanto, da una idea de qué muestra es la mejor considerada por los catadores.

La muestra mejor catalogada fue la muestra pasta frescas de trigo fleury michon (c), alcanzado una puntuación que la cataloga como un producto comercial bueno, seguida por las pastas de trigo Carrefour (a) y pasta de almidón de maíz las Santiña (b). La muestra que presenta una puntuación menor en este aspecto fue la muestra pasta de maíz seca fazion (d) según la evaluación los catadores la consideran como un producto que necesita mejoras y que tendría venta limitada.

Conclusiones

5. Conclusiones

- Mediante la evaluación los productos empleados para verificar la utilidad de las determinaciones texturales por el analizador TA.XTplus se ha podido comprobar el enorme provecho del equipo para la detección de las diferencias texturales del los productos libre de gluten, como indicador de calidad y desarrollo de nuevas formulaciones de pastas libre de gluten similares a las de gluten.
- Las mediciones empleadas de extensión biaxial y de extensión por tracción mostraron los cambios de firmeza en las pastas frescas congeladas de trigo y las pastas fresca de almidón de maíz, lo cual fue resultado de las condiciones tanto del producto comercial y de cocción a las que fueron sometidas las pastas.
- Estas mediciones presentaron una fuerte asociación positiva que, además fue marcada por la medida en la fuerza (g) y la extensibilidad (mm) en las pastas analizadas, dando lugar a resultados similares a la literatura.
- El panel no entrenado detectó diferencias significativas ($p < 0,05$) en las pastas frescas de trigo y las pastas frescas de maíz, importados en todos los parámetros sensoriales estudiados (textura, color, aroma, sabor, aspecto visual y calidad global).

6. Bibliografía

- Aalami Mehran, U.J.S. Prasada Rao, K. Leelavathi. 2007. Physicochemical and biochemical characteristics of Indian durum wheat varieties: Relationship to semolina milling and spaghetti making quality. *Food Chemistry* 102 993–1005.
- Casellas et al, 2006. Epidemiología actual y accesibilidad al seguimiento de la dieta de la enfermedad celiaca del adulto. Servicio de Aparato Digestivo. Hospital Universitario Vall d'Hebrón. 1Servicio de Medicina Interna. Hospital General de Cataluña. Barcelona.
- Feillet, P. Dexter, J.E. 1996. Quality requirements of durumwheat for semolina milling and pasta production. In *Pasta and Noodle Technology* (J.E. Kruger, R.B.Matsuo and J.W. Dick, Eds.). 95–131, .American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Fizman, Susana. (1998). Propiedades mecánicas y textura de los alimentos, perfil de textura instrumental. Instituto de agroquímica y tecnología de alimentos (CSI).
- Gonzalez, J. J., McCarthy, K. L., McCarthy, M. J. 2000. Textural and structural change in lasagna after cooking. *J Texture Stud.* 31: 93-108.
- Larrosa, Virginia, Gabriel Lorenzo, Noemi Zaritzky, Alicia Califano. (2013). Optimization of rheological properties of gluten-free pasta dough using mixture design. *Journal of Cereal Science* 57,520-526.
- Larrosa,V, G. Lorenzo, N. Zaritzky, and A. N. Califano (2011). Effect of the addition of proteins and hydrocolloids on the water mobility in gluten-free pasta formulations. *Water: A Multidisciplinary Research Journal* (ISSN: 2155-8434).
- Larosa, Zaritzky Noemí E. (2014). Efectos de los hidrocoloides en las características fisicoquímicas y reológicas de pastas libres de gluten aptas para individuos celíacos. Universidad nacional de la plata facultad de ciencias exactas departamento de química. Tesis Doctoral.
- Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Belc N, Biliaderis C. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal Food Engineering*, 79, 1033-1047.
- Lee S.K., Lo W., Memeo L., Rotterdam H., Green P.H. 2003. Duodenal histology in patients with celiac disease after treatment with a gluten-free diet. *Gastrointest Endosc*; 57, 187–191.
- Matos S., Maria. (2013). Formulación y desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de harina de arroz enriquecidos con proteínas. Universidad Politécnica de Valencia, España. Tesis Doctoral.
- Meneen, W.K. and Brismar, K. 2003. Structure of cooked spaghetti of durum and bread wheats. *Starch/Starke.* 55: 546-557.

- Mariotti, et al. (2011). Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the uncooked products. *Journal of Cereal Science* 53, 319-327.
- Pagani, M., Luciano, M., Mariotti, M. 2007. Traditional Italian Products from Wheat and Other Starchy Flours. In: *Handbook of Food Products Manufacturing: Principles, bakery, beverages, cereals, cheese, confectionary, fats, fruits and functional foods*. Wiley Interscience. ISBN 978-0-470-12525-0.
- Pedro E.D. Augusto, Marcelo Cristianini, Albert Ibarz. (2012). Effect of temperature on dynamic and steady-state shear rheological properties of siriguela (*Spondias purpurea* L.) pulp. *Journal of Food Engineering* 108, 283–289.
- Raina, C.S. et al, 2005. Textural characteristics of pasta made from rice flour supplemented with proteins and hydrocolloids. *Journal of Texture Studies* 36 402–420. All Rights Reserved.
- REGLAMENTO (CE) No 41/2009 DE LA COMISIÓN de 20 de enero de 2009. Sobre la composición y etiquetado de productos alimenticios apropiados para personas con intolerancia al gluten. *Diario Oficial de la Unión Europea*.
- Riva, M., Fessas, D., Schiraldi, A., 2000. Starch retrogradation in cooked pasta and rice. *Cereal Chem* 77, 433–438.
- Salazar, M., (2009). Viscosidad extensional biaxial en espagueti cocido y su relación con firmeza. *Biotecnica*, VOL. XI, NO. 1.
- Shewry PR, Popineau Y, Lafiandra D, Belton P. 2001. Wheat glutenin subunits and dough elasticity: findings of the Eurowheat Project. *Trend in Food Science & Technology*, 11, 433 - 441.
- Sozer, N., 2009. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums. *Food Hydrocolloids* 23 (3), 849-855.
- Wood, Jennifer Ann. (2009). Texture, processing and organoleptic properties of chickpea-fortified spaghetti with insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality. *Journal of Cereal Science* 49 128–133