



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN**  
**ALIMENTOS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

---

**“UTILIZACIÓN DE ADITIVOS (GLUTEN, ESTEAORIL LACTILATO DE SODIO) Y ENZIMA (GLUCOSA OXIDASA) COMO MEJORANTES DE LA HARINA DE TRIGO NACIONAL (*Triticumvulgare*) PARA LA ELABORACIÓN DE PASTAS ALIMENTICIAS”**

---

**Trabajo de investigación de graduación. Modalidad: Trabajo estructurado de manera independiente (TEMI). Presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.**

**Autor: Pungaña Manzano Nidia Alexandra**  
**Tutor: Ing. Alexandra Lascano.**

**AMBATO – ECUADOR**

2012

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación es dedicado de manera especial a mis padres quienes representan en mi vida la motivación mas grande que tuve para poder conseguir esta meta tan ansiada, y por haber depositado en mi toda la confianza y al mismo tiempo por enseñarme a ser una persona de bien.

A mis hermanos y hermanas quienes creyeron y confiaron, siendo siempre incondicionales en todo ámbito cuando se trata de brindarme su apoyo.

A mi hermanita LIBIA PUNGAÑA quien a pesar de encontrarse lejos de mí me apoyo en todo sentido durante toda mi vida estudiantil y sin escatimar esfuerzo alguno.

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar un agradecimiento muy especial a Dios ya que es EL quien me brinda los dones de ciencia y sabiduría que me permitieron adquirir todos los conocimientos que mis profesores supieron impartirme, también fue quien me dio la valentía y el coraje suficiente para poder superar las adversidades que se me presentaron en mi vida estudiantil y personal.

A mi directora de tesis. Ing. Alexandra Lascano quien con su apoyo, capacidad y sobre todo paciencia hizo posible la elaboración y culminación de esta presente tesis.

A mis hermanitos Eladio y Joselito quienes gracias a su cariño y trabajo me brindaron todas las facilidades para estudiar y poder culminar mí más anhelado sueño de ser una profesional.

Extiendo un agradecimiento a mis amigos: Ximena, Miryam, Verito, Patyco y Edgar quienes siempre estuvieron en las buenas y malas, apoyándome siempre y consolándome cuando me encontraba en problemas.









## ÍNDICE DE TABLAS

- TABLA 1.** Clasificación de los trigos con base en la funcionalidad del gluten
- TABLA 2.** Factores y niveles para elaborar el diseño experimental
- TABLA 3.** Combinación aleatorizada de los factores en estudio
- TABLA 4.** Operacionalización de la variable independiente
- TABLA 5.** Operacionalización de la variable dependiente
- TABLA 6.** Recursos económicos de la propuesta
- TABLA 7.** Modelo operativo de la propuesta
- TABLA 8.** Equipos y materiales para la realización de la propuesta
- TABLA 9.** Administración de la propuesta
- TABLA 10.** Preguntas básicas para la previsión de la evaluación
- TABLA A-1.** Caracterización de masas de acuerdo al Mixolab Profiler
- TABLA A-2.** Caracterización de masas de acuerdo al mixolab simulator
- TABLA B-1.** Comparación de los índices resultantes del Mixolab profiler entre los mejores tratamientos y el trigo importado (control).
- TABLA B-2.** Comparación de Farinografía de masas entre los mejores tratamientos y el trigo importado (control).
- TABLA B-3.** Pesos registrados en la elaboración de las pastas
- TABLA B-4.** % De humedad de las pastas de los mejores tratamientos
- TABLA B-4.** % De humedad de las pastas de los mejores tratamientos
- TABLA B-4.** % De humedad de las pastas de los mejores tratamientos
- TABLA B-5.** % De rendimiento de las pastas de los mejores tratamientos
- TABLA B-6.** Análisis físico químicas de las pastas
- TABLA B-7.** % Hinchamiento y grado de desintegración
- TABLA B-8.** Desarrollo de la ecuación para obtener los sólidos totales de los tratamientos
- TABLA B-9.** Relación de la Turbidez con el % de Sólidos totales
- TABLA B-10.** Resolución de la ecuación de la regresión lineal para el cálculo de los sólidos totales
- TABLA B-11.** Datos obtenidos del análisis microbiológico en la dilución 10<sup>-</sup>

**TABLA B-12.** Datos obtenidos del análisis microbiológico en la dilución  $10^{-2}$

**TABLA B-13.** Resultados del análisis microbiológico en la dilución  $10^{-2}$

**TABLA B-14.** Resultados del análisis microbiológico en la dilución  $10^{-3}$

**TABLA B-15.** Características físico-químicas de las pastas.

**TABLA B-16.** Datos obtenidos de las cataciones con respecto al color de la pasta

**TABLA B-17.** Datos obtenidos de las cataciones con respecto al Apelmazamiento de la pasta

**TABLA B-18.** Datos obtenidos de las cataciones con respecto a la Firmeza de la pasta

**TABLA B-19.** Datos obtenidos de las cataciones con respecto a la Pegajosidad de la pasta

**TABLA B-20.** Datos obtenidos de las cataciones con respecto a la Aceptabilidad de la pasta

**TABLAB-21.** Características Sensoriales de las pastas.

**TABLA B-22.** Materiales directos e indirectos para la elaboración de 24 kg de Pastas

**TABLA B-23.** Equipos y Utensilios

**TABLA B-24.** Suministros

**TABLA B-25.** Personal

**TABLA B-26.** Costos de producción de 24 kg de pastas para fundas de 200 g

**TABLA B-27.** Verificación de hipótesis

**TABLA B-28.** Resultados Físico Químicos de las pastas después de la cocción

**TABLA C-1.** Análisis de Varianza para índice de absorción

**TABLA C-2.** Prueba de comparación de promedios de la interacción AB de Tukey. Índice de absorción de agua

**TABLA C-3.** Prueba de comparación de promedios de la interacción AC de Tukey. Índice de absorción de agua

**TABLA C-4.** Prueba de comparación de promedios de la interacción BC de Tukey. Índice de absorción de agua

**TABLA C-5.** Prueba de comparación de promedios de la interacción ABC de Tukey. Índice de absorción de agua

**TABLA C-6.** Diferencia mínima significativa de Tukey para Índice de absorción de agua

**TABLA C-7** Análisis de Varianza. Índice de Amasado a un 5% de significancia

**TABLA C-8.** Prueba de comparación de promedios de la interacción AB de Tukey. Índice de amasado

**TABLA C-9.** Prueba de comparación de promedios de la interacción AC de Tukey. Índice de amasado

**TABLA C-10.** Prueba de comparación de promedios de la interacción BC de Tukey. Índice de amasado

**TABLA C-11.** Prueba de comparación de promedios de la interacción ABC de Tukey. Índice de amasado

**TABLA C-12.** Diferencia mínima significativa de Tukey del Índice de Amasado

**TABLA C-13.** Análisis de Varianza para Índice de Gluten

**TABLA C-14.** Prueba de comparación de promedios de la interacción ABC de Tukey. Índice de Gluten

**TABLA C-14.** Prueba de comparación de promedios de la interacción ABC de Tukey. Índice de Gluten

**TABLA C-16.** Análisis de Varianza para Índice de Resistencia de la amilasa

**TABLA C-17.** Prueba de comparación de promedios de la interacción ABC de Tukey. Para el Índice de Resistencia de la amilasa

**TABLA C-18.** Diferencia mínima significativa de Tukey para el Índice de Resistencia de la amilasa

**TABLA C-19.** Análisis de Varianza para el Índice de Viscosidad de gel de almidón

**TABLA C-20.** Diferencia mínima significativa de Tukey para el Índice de Viscosidad de gel de almidón

**TABLA C-21.** Análisis de Varianza para el Índice de retrogradación de almidón

**TABLA C-22.** Diferencia mínima significativa de Tukey para el Índice de retrogradación de almidón

**TABLA C -23.** Análisis de Varianza. Hidratación a un 5% de significancia

**TABLA C-24.** Prueba de comparación de promedios de la interacción BC de Tukey. Hidratación a un 5% de significancia

**TABLA C-25.** Diferencia mínima significativa de Tukey para el Hidratación a un 5% de significancia

**TABLA C-26.** Análisis de Varianza para el Tiempo de Desarrollo a un 5 % de significancia

**TABLA C-27.** Diferencia mínima significativa de Tukey para el Tiempo de Desarrollo

**TABLA C-28.** Análisis de Varianza para la estabilidad de la masa a un 5 % de significancia

**TABLA C-29.** Diferencia mínima significativa de Tukey para la estabilidad de la masa

**TABLA C-30.** Análisis de Varianza para el índice de Debilitamiento a un 5 % de significancia

**TABLA C-31.** Diferencia mínima significativa de Tukey para el índice de Debilitamiento

**TABLA D-1.** Análisis de varianza con respecto al color de la pasta

**TABLA D-2.** Diferencia mínima significativa de TUKEY con respecto al color de la pasta

**TABLA D-3.** Análisis estadístico ANOVA con respecto al Apelmazamiento de la pasta

**TABLA D-4.** Diferencia mínima significativa de TUKEY con respecto al Apelmazamiento de la pasta

**TABLA D-5.** Análisis estadístico ANOVA con respecto a la Firmeza de la pasta

**TABLA D-6.** Diferencia mínima significativa de TUKEY con respecto a la Firmeza de la pasta

**TABLA D-7.** Análisis estadístico ANOVA con respecto a la Pegajosidad de la pasta

**TABLA D-8.** Diferencia mínima significativa de TUKEY con respecto a la Pegajosidad de la pasta

**TABLA D-9.** Análisis estadístico ANOVA con respecto a la Aceptabilidad de la pasta

**TABLA D-10.** Diferencia mínima significativa de TUKEY con respecto a la Aceptabilidad de la pasta

**TABLA D-10.** Diferencia mínima significativa de TUKEY con respecto a la Aceptabilidad de la pasta

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**GRÁFICO 1:** Árbol de problemas.

**GRÁFICO 2:** Red de Inclusiones

**GRÁFICO 3.** Porcentaje de proteínas en el grano de trigo

**GRÁFICO 4.** Curva tipo de un farinograma realizado en el Mixolab Simulator

**GRÁFICO 5.** Curva tipo del Mixolab Profiler

**Gráfico 6.** Glucosa Oxidasa

**GRÁFICO 7.** Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de pastas alimenticias

**GRÁFICO E-1. MIXOLAB PROFILER:** Resultados de la absorción de agua de la masa en todos los tratamientos

**GRÁFICO E-2. MIXOLAB PROFILER:** Resultados del Índice de Amasado de la masa en todos los tratamientos

**GRÁFICO E-3. MIXOLAB PROFILER:** Resultados del Índice de Gluten de la masa en todos los tratamientos

**GRÁFICO E-4. MIXOLAB PROFILER:** Resultados del Índice de Resistencia de la amilasa de la masa en todos lo tratamientos

**GRÁFICO E-5. MIXOLAB PROFILER:** Resultados del Índice de Viscosidad de gel de almidón de la masa en todos lo tratamientos

**GRÁFICO E-6. MIXOLAB PROFILER:** Resultados del Índice de retrogradación de almidón de la masa en todos lo tratamientos

**GRÁFICO E-7. MIXOLAB SYMULATOR:** Resultados de la Hidratación de la masa en todos lo tratamientos

**GRÁFICO E-8. MIXOLAB SYMULATOR:** Resultados del Tiempo de Desarrollo de la masa en todos lo tratamientos

**GRÁFICO E-9. MIXOLAB SYMULATOR:** Resultados de la Estabilidad de la masa en todos lo tratamientos

**GRÁFICO E-10. MIXOLAB SYMULATOR:** Resultados del Debilitamiento de la masa en todos lo tratamientos

**GRÁFICO E-11.** Diferencia del Tiempo de Cocción en las pastas alimenticias

**GRÁFICO E-12.** Diferencia del % de Hinchamiento en las pastas alimenticias

**GRÁFICO E-13.** Diferenciación del grado de desintegración entre los mejores tratamientos en las pastas alimenticias

**GRÁFICO E-14.** Diferenciación del % de sólidos totales entre los mejores tratamientos en las pastas alimenticias

**GRÁFICO E-15.** Diferenciación del porcentaje de humedad entre los mejores tratamientos en las pastas alimenticias

**GRÁFICO E-16.** Diferenciación de la turbidez del agua de cocción entre los mejores tratamientos en las pastas alimenticias

**GRÁFICO E-17.** Diferenciación del Color de la pasta cocida entre los mejores tratamientos

**GRÁFICO E-18.** Diferenciación del Apelmazamiento de la pasta cocida entre los mejores tratamientos

**GRÁFICO E-19.** Diferenciación de la Firmeza de la pasta cocida entre los mejores tratamientos



**GRÁFICO E-20.** Diferenciación de la pegajosidad de la pasta cocida entre los mejores tratamientos

**GRÁFICO E-21.** Diferenciación de la aceptabilidad de la pasta cocida entre los mejores tratamientos

**GRÁFICO F-1MIXOLAB PROFILER.** Tratamiento 16 (R1)

**GRÁFICO F-2MIXOLAB PROFILER.** Tratamiento 16 (R2)

**GRÁFICO F-3MIXOLAB PROFILER.** Tratamiento 18 (R1)

**GRÁFICO F-4MIXOLAB PROFILER.** Tratamiento 18 (R2)

**GRÁFICO F-5MIXOLAB PROFILER.** Trigo Importado (1)

**GRÁFICO F-6MIXOLAB PROFILER.** Trigo Nacional (blanco)

**GRÁFICO F-7MIXOLAB SIMULATOR.** Tratamiento 16 (R1)

**GRÁFICO F-8MIXOLAB PROFILER.** Tratamiento 16 (R2)

**GRÁFICO F-9MIXOLAB PROFILER.** Tratamiento 18 (R1)

**GRÁFICO F-10-11MIXOLAB PROFILER.** Tratamiento 18 (R1-R2)

## RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se mejoró la calidad de la harina de trigo nacional utilizando enzimas (glucosa oxidasa) y mejoradores (gluten y estearil lactilato de sodio) para la elaboración de pastas alimenticias, realizando un diseño experimental A\*B\*C, y a través de la prueba de Tukey al 5% de significancia, se logró establecer los mejores tratamientos.

Las propiedades reológicas de las masas, se analizaron con el equipo Mixolab, características como: absorción de agua, Índice de gluten, viscosidad, resistencia amilásica y retrogradación, a partir de estos resultados y el análisis estadístico, siendo los mejores tratamientos: 4%GV+60ppmGO+150ppmSSL y 4%GV+120ppmGO+150ppmSSL.

Se analizaron las pastas cocidas a través del tiempo de cocción con valores entre 10.35 a 11.98 minutos, % de hinchamiento con porcentajes entre 136 y 126.67%, índice de desintegración cuyos valores están entre 1.10 y 1.28, sólidos totales con valores de 0.73 a 0.82% y turbidez del agua de cocción entre 975,3 a 1155,67AU, para los tratamientos mencionados anteriormente, respectivamente. Además, se evaluó microbiológicamente estos tratamientos, por medio del recuento de aerobios mesófilos, mohos, levaduras y coliformes totales, los mismos que se encontraron dentro de los límites establecidos en la norma INEN 1375:00. Pastas Alimenticias o Fideos.

Por otro lado, se determinó las propiedades sensoriales de las pastas, como aceptabilidad, firmeza, pegajosidad, apelmazamiento color, los resultados indicaron una diferencia significativa en los tres primeros atributos obteniendo mediante la prueba de Tukey que el mejor tratamiento corresponde a la pasta de trigo nacional (4%Gluten Vital+60ppm - Glucosa Oxidasa+150ppm - Estearil Lactilato de sodio).

El estudio de los costos de producción se realizó en el mejor tratamiento, indicando que 200 gramos de pasta seca tiene un costo de 0,65ctvs., lo que es accesible para el consumidor en general.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Tema de Investigación

**“Utilización de aditivos (gluten, estearil lactilato de sodio) y enzima (Glucosa oxidasa) como mejorantes de la harina de trigo (*Triticumvulgare*) nacional para la elaboración de pastas alimenticias”**

### 1.2 Planteamiento del problema

#### 1.2.1 Contextualización

Las pastas alimenticias o fideos se entienden a los productos no fermentados obtenidos por el empaste y amasado mecánico de sémolas, semolín o harinas de trigo, ricos en gluten o harinas de panificación o por sus mezclas, con agua potable, con o sin la adición de sustancias colorantes autorizadas a este fin, con o sin la adición de otros productos alimenticios de uso permitido para esta clase de productos (Combelli, 1952).

El origen de la pasta es muy controvertido. Una de las hipótesis más populares, sitúa su origen en China, desde donde llegó hasta Italia en el siglo XIII gracias a los viajes de Marco Polo por las rutas asiáticas. Seguramente fueron los chinos los primeros en darse cuenta de las ventajas que suponía la buena conservación de la pasta durante algún tiempo antes de cocerla, pero también otros países asiáticos, como la India, e incluso algunos países árabes elaboraban desde tiempos remotos

una especie de pasta que llevaba el nombre de sebica que significa hebra (Combelli, 1952).

### **1.2.1.1 Contextualización Macro**

Según las proyecciones, la producción mundial de trigo aumentó más o menos en un 1,3% anual durante el período 2010 a 679 millones de toneladas. Ello representó un incremento de aproximadamente 12 millones de toneladas, o sea un 15%, con respecto al período 2009. Se prevé que la producción de trigo aumentará a un ritmo más rápido durante este período, sostenido por un decidido impulso registrado en los países en transición y por un crecimiento más rápido en los principales países productores de trigo de América Latina y el Caribe (FAO, 2010b).

La producción mundial de pastas ha ido aumentando al arribar el año 2008, cuya producción en Italia ascendió a 12,3 millones de toneladas llegando a ser el principal país productor (26%), le siguen Estados Unidos cuyos 2.000.000 de toneladas representan el 16% del total mundial, y Brasil que fabrica 1.500.000 toneladas (12%). El cetro de principal exportador de pastas alimenticias a nivel mundial también corresponde a Italia; en 2008 concentró más del 40% del comercio, tanto en volumen como en valor (Lezcano, 2009).

En Asia la producción de pastas de trigo es una industria rural, a pesar del crecimiento de la producción industrial en gran escala de las pastas alimenticias. La producción de pasta en China, y en general en todo el continente asiático es poco representativa respecto a la producción de otras regiones del mundo, tales como, la Unión Europea y América. En general, la producción de Asia en su conjunto representó solamente un 1,99% de la producción mundial de pastas alimenticias (Jaramillo, 2011).

### **1.2.1.2 Contextualización Meso**

La producción de trigo no solo presenta una importante actividad en la actualidad, pues según perspectivas proporcionadas por la FAO, se espera que la producción mundial anual de trigo aumente debido al impulso registrado en los países en vía de desarrollo y por un incremento mas rápido en los principales países productores de trigo de América Latina y el Caribe, siendo en esta región donde se espera que Brasil tenga la mayor expansión debido al crecimiento de su demanda interna (CAN, 2009).

En México, en el año 2011 la producción de trigo generó récord de seis toneladas por hectárea, este año se estima una producción del grano de cuatro millones de toneladas, alrededor de 10 por ciento más que en el año anterior (3.7 millones de toneladas). En exportaciones, se prevé llegar aproximadamente a las 700 mil toneladas debido a la calidad del trigo cristalino mexicano y las condiciones del mercado internacional; en 2010 se registraron exportaciones por 428 mil toneladas de esta variedad (Mazatlán, 2011).

En Estados Unidos la mayor parte de producción de trigo se destina al mercado local, mientras que el resto se destina a 22 países, entre los que se destacan: Argentina, Canadá, Colombia, Ecuador, Venezuela, Haití y Chile, entre otros. Las ventas en el extranjero de alimentos a base de trigo aumentaron en \$ 41.9 millones (superior en 4.7% con respecto del 2009), impulsadas principalmente por las mayores ventas de las pastas alimenticias (Agro Panorama, 2010).

Por otro lado, las importaciones de pastas en Venezuela pasaron de 4054 TM en 2004 a 3939 TM en 2005. Italia ha reducido su importancia como proveedor de Venezuela en 2004 y 2005. En el año 2004, Chile representó el primer proveedor con 56,6% del total. En 2005,

España representó el proveedor más importante con 39,1% del total. En la actualidad, Italia representa el 34 % y Chile el 10,5% (Zucchini, 2005).

En el año 2004, Venezuela exportó pastas alimenticias a Colombia, Estados Unidos, Aruba, Haití, Guyana, República Dominicana y Puerto Rico. En 2005, las exportaciones se situaron en 1.997 TM, el principal destino fue Haití (1.059 TM), el segundo Colombia (744 TM) y el tercero Cuba (80 TM).

En 2004, Argentina reportó una exportación de 18.710 TM que representó el 6,42% de la producción. Los principales destinos fueron: Chile, Angola, Brasil, Estados Unidos, Paraguay y Uruguay. Las importaciones provienen fundamentalmente de Italia (Parson, 2009).

### **1.2.1.3 Contextualización Micro**

En Ecuador, la producción nacional de trigo se duplicaría hasta el 2011, ya que pasaría de 180000 toneladas a 360000 toneladas, señaló el ministro de Agricultura, Ismael Benavides, a manera de meta. El anuncio se dio durante el lanzamiento del proyecto Cadena Productiva del Trigo Durum (variedad utilizado en la elaboración de fideos), que busca incrementar la producción de trigo de este tipo en el país e ir dejando la importación, a causa de la constante alza de precios en los mercados mundiales (Quesada, 2011).

Según Quesada, la producción de trigo en el país es de 180000 toneladas, un 11% de la demanda nacional, que asciende a más de 1680000 toneladas. De la producción nacional, 170000 toneladas se destinan al auto consumo y a la venta para consumo directo. Solo 10000 toneladas se destinan al sector industrial, dentro del cual está la elaboración de fideos, apuntó el gerente general de Negocios y Productos Industriales de Alicorp, Paolo Sacchi. Además, especificó que en el país

se producen solo 3000 toneladas de trigo durum, mientras que el consumo asciende a 166000 toneladas; es decir, se importa 169000 toneladas.

En el Ecuador existe un gran volumen de importación de trigo destinada para la elaboración de productos de panificación, balanceados y para pastas alimenticias. Las empresas que se dedican al procesamiento y distribución de las pastas con harina de trigo son: La Oriental, Sumesa, Ecuatoriana de Alimentos, Molinos Superior, las mismas que importan su materia prima de Estados Unidos, México, Argentina, Canadá y en menor proporción de Perú (Jiménez, 2011).

El mercado de harinas industriales registra ventas por alrededor de 1.1 millones de TM anuales. De esta cantidad, alrededor de 700 mil TM se destina a la industria panificadora, 300 mil TM a la industria de fideos y 80 mil TM a la Industria de galletas (Jiménez, 2011).



## 1.2.2 Árbol de problemas

Gráfico 1: Relación Causa y Efecto.

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

## **Análisis Crítico**

1. El trigo nacional de nuestro país contiene un porcentaje de proteína (gluten) inferior al 12% con relación al trigo importado que se encuentra alrededor del 15%; y por ende los sub-productos de trigo nacional son escasos.
2. La baja productividad del trigo nacional ha conllevado a importar trigo de diferentes países y la escasa producción se encuentra a costos elevados.
3. El escaso apoyo económico para la producción de trigo, hace que los productores agrícolas no puedan aumentar la producción, es por eso que los molineros importan el trigo.
4. El insuficiente estudio en el uso de aditivos y mejoradores en la harina trigo nacional, conlleva a una escasa producción de pastas alimenticias.
5. Para mejorar la calidad de las pastas, las industrias importan harina de trigo por ende el empleo de trigo nacional es mínimo, por esa razón se plantea utilizar aditivos y mejorados para que sus propiedades funcionales sean las similares a la de trigo importado.

### 1.2.3 Prognosis

De no solucionarse el problema señalado en el área focalizada, se podrían esperar las siguientes consecuencias:

- No se emplearía los aditivos y enzimas para mejorar la calidad de la harina de trigo nacional.
- Los agricultores no cultivarían trigo, debido a que el trigo importado es de mejor calidad con respecto a su cantidad y calidad de gluten.
- El costo de los subproductos de la harina trigo importado (pan, fideos y galletas) seguirían aumentando.
- No se reducirían los grandes volúmenes de trigo importado

### 1.2.4 Formulación del problema

¿Cómo influye la utilización de aditivos (gluten, estearil lactilato de sodio) y enzima (Glucosa oxidasa) como mejoradores de la harina de trigo (*Triticum vulgare*) nacional en la elaboración de pastas alimenticias?

### 1.2.5 Interrogantes

- a) ¿Es recomendable medir el comportamiento reológico de las harinas de trigo nacional utilizando el equipo Mixolab System, herramienta Mixolab Prolifer?
- b) ¿Cómo se identificará el comportamiento de las masas de harina si sus parámetros de medición son: absorción de agua, tiempo de desarrollo, estabilidad y debilitamiento de la masa a través del equipo Mixolab System, herramienta Mixolab Simulator?

- c) ¿Qué método estadístico será el adecuado para determinar el mejor tratamiento?
- d) ¿De qué forma se evaluará la calidad sensorial de la pasta alimenticia?
- e) ¿Qué características físico-químicas y microbiológicas presentará el fideo?
- f) ¿Cuál será el costo final del producto elaborado?

## **1.2.6 Delimitación del objeto de investigación**

### **1.2.6.1 Delimitación de contenido**

Área	: Investigación Tecnológica
Sub-área	: Tecnología de Cereales
Sector	: Pastas alimenticias
Sub-sector	: Influencia de la adición de gluten, enzima y emulsionante en la harina de trigo nacional para la elaboración de pastas.
Temporal	: Diciembre 2011 a Junio del 2012.
Espacial	: Laboratorio de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos correspondiente a la Universidad Técnica de Ambato.

### **1.3 Justificación**

Las pastas constituyen uno de los alimentos más consumidos por el pueblo ecuatoriano. Debido al costo de la harina de trigo importado, se ha visto la necesidad de buscar nuevas tecnologías para emplear la harina de trigo nacional y así reducir la cantidad de importaciones de dicho cereal, incentivando a los productores agrícolas, al aumento de producción y así obtener productos de buena calidad y los consumidores prefieran los productos nacionales.

En el año 2010, el gobierno nacional aprobó la aplicación inmediata, para que los molineros adquieran trigo nacional para los diferentes procesos industriales. Sin embargo, los molineros no emplean el trigo nacional por ser de baja calidad, y lo emplean como último recurso o adicionan en pocas cantidades para la producción de otro tipo de alimentos (Diario El Universo, 2010).

Para el incremento de la producción del trigo nacional; el MAGAP (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca) distribuyó semilla de trigo, de manera que los agricultores cultivarán esta semilla y lo venderán en la industria molinera para la elaboración de productos como la pasta, así también los panaderos podrán ofertar productos nutritivos sin que el costo se vea afectado (FAO, 2010).

Este proyecto de investigación radica en que al analizar diferentes aspectos reológicos y de textura de la masa de trigo nacional debido a la adición de gluten, enzima y emulsionante, sus resultados sean aceptables, buscando así, la viabilidad de uso de harina de trigo nacional en la elaboración de fideos.

### **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

- 1.4.1.1 Utilizar aditivos (gluten, esteaoril lactilato de sodio) y enzima (Glucosa oxidasa) como mejorantes de la harina de trigo (*Triticum vulgare*) nacional para la elaboración de pastas alimenticias.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- 1.4.2.1 Analizar el comportamiento reológico de las harinas de trigo nacional con aditivos utilizando el equipo Mixolab System, herramienta Mixolab Profiler.
- 1.4.2.2 Identificar el comportamiento de las masas de harina mediante el análisis de absorción de agua, tiempo de desarrollo, estabilidad y debilitamiento de la masa a través del equipo Mixolab System, herramienta Mixolab Simulator.
- 1.4.2.3 Determinar el mejor tratamiento de harina destinada para pasta alimenticia mediante un análisis estadístico.
- 1.4.2.4 Evaluar la calidad sensorial del mejor tratamiento de pasta alimenticia elaborada con trigo nacional.
- 1.4.2.5 Caracterizar físico-química y microbiológicamente el mejor tratamiento de pasta alimenticia.
- 1.4.2.6 Determinar el costo de producción del mejor tratamiento elaborado a partir del trigo nacional utilizando enzimas y mejoradores.

## **CAPÍTULO II**

## MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes investigativos

Se ha revisado investigaciones sobre el empleo de aditivos y mejoradores para la harina de trigo en la elaboración de fideos, mencionando los siguientes:

Morales y Villagrán (1978), mencionaron que la harina de trigo es el ingrediente más crítico para la elaboración de cualquier alimento pues en gran parte depende de la calidad de harina de trigo con la cual fue fabricada. Las harinas elaboradas con trigos importados se caracterizan por tener una alta cantidad de proteína y una baja actividad diastásica, es tanto que las harinas producidas con trigo nacional poseen normalmente bajos niveles de proteína y también en actividad diastásica.

Antogenelli (1980), señaló que la pasta elaborada solo con trigo, es un alimento nutricionalmente desbalanceado, debido a que sus contenidos de grasa y fibra dietética son muy bajos y su proteína tiene un bajo valor biológico por su deficiencia de lisina.

Castro (1995), estudio el efecto de la sustitución de harina de quinua en lugar de harina de trigo con el objetivo de obtener una masa de consistencia correcta apta para la elaboración de pastas alimenticias a base de quinua; a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de harina de trigo con la harina de quinua, la resistencia de la ruptura del producto será menor.

Granito *et al.* (2003), emplearon germen desgrasado y productos agrícolas como frijol y almidón de yuca para sustituir la sémola de trigo en

una pasta adicionándole además estearil-lactato de sodio al 0,5%. Al finalizar el proceso de elaboración compararon con un control de sémola obteniendo un incremento en el contenido de fibra dietética. Los análisis biológicos indicaron un incremento de los valores de eficiencia proteica y disminución en la digestibilidad verdadera. La pasta de mayor digestibilidad y aceptabilidad sensorial fue la sustituida al 55% con harina de frijol cruda. Al añadirle 1% de gluten se obtuvo una disminución en la pérdida de sólidos por cocción.

Huiet *al.* (2003), estudiaron la influencia de la fermentación de los gránulos de arroz blanco sobre las características físico-químicas del almidón y las propiedades reológicas de fideos. En esta investigación, se fermentó el arroz a 35°C durante 27 h, los resultados indicaron que la fermentación no tiene un efecto significativo sobre el almidón y el contenido de amilosa en los gránulos de arroz. El contenido de proteínas, lípidos y ceniza disminuyó, mientras que los ácidos grasos libres se incrementaron durante la fermentación. Los fideos de arroz fermentados tenían una tensión máxima entre 54 kPa y 59 kPa. Su apariencia fue blanca, transparente y dura, favorable sensación en la boca en comparación con la muestra patrón.

Kovacset *al.* (2004), evaluaron la estabilidad térmica de la proteína de gluten de trigo para mejorar la calidad del mismo; la termoestabilidad del gluten aislado se determinó mediante la medición de sus propiedades viscoelásticas, como son: la textura de los fideos, contenido de proteína en la harina, composición de la proteína, propiedades físicas de la masa y otras pruebas de predicción de la calidad. El estudio mostró que la viscoelasticidad del gluten y la mayoría de las pruebas relacionadas con la masa o fuerza del gluten son independientes de las variaciones alélicas de las subunidades de alto peso molecular de glutenina.

Shiau(2004), estudió los efectos de los emulsionantes en las propiedades reológicas de las masas de harina de trigo mediante el



reómetro capilar y oscilatorio. Se empleó estearil lactilato de sodio (0,5 – 1,5%), éster ácido graso de sacarosa, lecitina. Los fideos extruidos con estearil lactilato de sodio tuvieron la mayor fuerza de tracción y la fuerza de corte en todos los tratamientos, por lo tanto, concluyó que el estearil lactilato de sodio podría ser utilizado para producir la pasta extruida con mayor elasticidad, por otro lado la lecitina disminuye la fuerza de los fideos extruidos y observó una correlación positiva entre la viscosidad y módulo de corte de las masas y la fuerza de fideos extruidos.

Lu *et al.* (2005), determinaron los efectos de granos enteros de arroz en la elaboración de pastas, la fermentación natural tuvo poco efecto sobre la estructura cristalina del almidón de arroz, pero aumentó la proporción cristalina en las regiones amorfas. Las propiedades térmicas de la harina de arroz fueron determinadas mediante calorimetría diferencial de barrido y un analizador de viscosidad rápido. Se concluyó que la temperatura de gelatinización y la viscosidad de la harina de arroz disminuyeron, mientras que la entalpía de gelatinización aumenta después de la fermentación.

George *et al.* (2005), utilizaron una proporción de fibra de avena, para ampliar el uso de harina de arroz en la fabricación de fideos asiáticos, adicionaron 10% de fibra de avena con 50% de harina de arroz y mediante las propiedades reológicas de la mezcla evaluaron la resistencia a la tracción obteniendo resultados satisfactorios; por lo que la fibra de avena contribuye a la funcionalidad de la harina de arroz.

Hatcher *et al.* (2008), caracterizaron la textura de fideos alcalinos amarillos mediante el método de Peleg, la prueba permite caracterizar la textura de los fideos asiáticos sobre los principios reológicos, finalmente mediante el análisis estadístico concluyeron que la pasta elaborada con trigo común tiene mayor rendimiento que la que la pasta elaborada con trigo duro porque la diferencia significativa es muy notable.

Lee *et al.* (2008), estudiaron los efectos de alginato sobre las propiedades fisicoquímicas y reológicas de la masa de harina de trigo; los resultados obtenidos muestran que el índice de absorción de agua, solubilidad en agua y poder de hinchamiento aumentaron con niveles crecientes de alginato debido a su alta afinidad al agua, así como también el tiempo de desarrollo de la masa en el farinograma, mientras que la tolerancia al amasado de la mezcla se redujo. Los fideos mostraron un aumento en el peso después de la cocción y también en la fuerza de corte y resistencia a la tracción.

Chang y Wu (2008), compararon los fideos chinos elaborados con huevo fresco y algas verdes en proporciones de 4, 6 y 8%. Se evaluó los tiempos de cocción, textura y cualidades sensoriales de los fideos, por lo que se concluyó que al utilizar el polvo de algas marinas incrementó el valor de fibra, la capacidad de absorción, el rendimiento; por otro lado disminuyó la esponjosidad de la textura de la pasta con un aumento en la energía brindada por el huevo. Los resultados de los análisis de correlación de Pearson indicaron que los parámetros de textura fueron influenciados no sólo por los huevos y el polvo de algas, sino también por las propiedades de cocción.

Lanet *al.* (2008), estudiaron el efecto de la fermentación del maíz en las propiedades físicas de almidón. Los resultados mostraron que a más de 75°C, las muestras fermentadas tuvieron un poder significativamente menor de hinchamiento y solubilidad de las muestras de control. Por otro lado, la viscosidad de pico y distribución, aumentó y luego disminuyó, mientras que la viscosidad final disminuyó gradualmente con el tiempo de fermentación. Las muestras fermentadas tenían mayor fuerza de gel y los fideos tenían mayor resistencia a la tensión y tracción en los fideos.

Torres *et al.* (2009), elaboraron pastas alimenticias mediante una sustitución del 10, 20, 30% de semolina de trigo durum por germen desgrasado, estas pastas se sometieron a pruebas de cocción y evaluación sensorial, obteniéndose un producto con mayor contenido de grasa, cenizas y fibra que la pasta tradicional, además comprobaron la factibilidad de elaborar una pasta con germen desgrasado hasta un 25% de sustitución a escala industrial.

Wittiget *et al.* (2009), enriquecieron los espaguetis con fibra dietética, para lo cual emplearon salvado de lupino dulce y gluten como aditivo mejorador, a partir del análisis sensorial la formulación optimizada correspondió a la elaborada con 66,7% de sémola, 7,14% de harina de salvado de lupino dulce, 24,7% de agua y 1,05% de gluten, el producto final escogido es un buen vehículo para aumentar el consumo de fibra dietética, por ser un alimento de uso habitual, de preparación simple y de fácil consumo.

Granito y Ascanio (2009), analizaron pastas con 10% de *Phaseolus vulgaris* y *Cajanuscajan*; se evaluó la calidad de cocción y las características físicas, químicas y nutricionales de las pastas, así como los atributos sensoriales. Los resultados indican que al utilizar un 10% de *Phaseolus vulgaris* y *Cajanuscajan*, incrementó la extensibilidad del fideo, el tiempo de cocción y el peso de la pasta cocida (entre 20 y 25%). El valor funcional de las pastas fue directamente proporcional al contenido de minerales y de fibra dietética total.

Martínez (2009), elaboró una pasta fresca utilizando proporciones de la sémola y harina de trigo duro: 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 y 0:100, respectivamente, manteniendo las masas en bolsas de plástico con propiedades de impermeabilidad al agua, y almacenado a 4°C. Se evaluó el tiempo de cocción, hinchamiento, ganancia de peso, pérdida de sólidos solubles y la textura (firmeza) de las pastas. Finalmente indicó que las

masas preparadas con porcentajes por encima del 60% de sémola de trigo duro mostraron mejores características en el tiempo de cocción, firmeza y color amarillo.

Saifullahet *al.* (2009), obtuvieron harina del banano Cavendish y Dream, tanto de la pulpa como de la cáscara de banano como ingrediente funcional en fideos amarillos. Se evaluó el índice glicémico y las propiedades físico-químicas de fideos cocidos, obteniendo que los valores del índice glicémico para los fideos con harina de cáscara de banano fueron menores en comparación con la pasta hecha con pulpa, dado que la harina de cáscara contiene mayor fibra dietética total y menor contenido de almidón resistente, concluyeron que los fideos amarillos elaborados con estas harinas funcionales podrían ser útil para el control de la hidrólisis del almidón.

Choet *al.* (2010), compararon distintos métodos de cocción de fideos en microondas a diferentes potencias (potencia media y potencia máxima); los fideos que se cocieron a una potencia media condujeron un mayor grado de gelatinización de fideos instantáneos, y reducción en los tiempos de cocción con un tiempo de cocción de 8,5 min y en potencia máxima un tiempo de 7,5 min, lo que quiere decir que a mayor potencia menor tiempo de cocción. Ellos concluyeron que al cocinar en el microondas de máxima potencia obtuvieron una mayor dureza y resistencia a la tracción que el microondas con potencia mediana.

Supawadee y Prisana (2010), estudiaron los efectos de la harina de arroz modificado hidrotérmicamente en la calidad de fideos. Observaron los efectos en las condiciones de tratamiento, el contenido de humedad, temperatura de calentamiento, el tiempo de calentamiento, reología y propiedades de textura de gel de harina de arroz, mostrando que todas las respuestas con tratamiento calor – humedad aumentaron cuando el contenido de humedad y temperatura de calentamiento fue mayor. Sin

embargo, el tiempo de calentamiento no tiene efecto significativo sobre las variables de respuesta. El tratamiento calor – seco fue inversamente proporcional al tratamiento calor – humedad en todos los parámetros. Por lo que concluyeron que las diferencias en las propiedades reológicas de ambos tratamientos incidieron en lograr diferentes cualidades de fideos de arroz.

Chan *et al.* (2010), investigaron las características del almidón de los fideos a partir de harinas reconstituidas, por lo que sustituyeron el almidón de trigo por almidones de arroz, almidón de trigo y almidón de maíz. Las propiedades reológicas de los fideos fueron influenciados principalmente por el tamaño de los gránulos de almidón, sobre todo en los gránulos de almidón de arroz que fueron pequeños, así también este almidón mostró altos niveles de absorción de agua durante la preparación de la masa y una densidad alta de los gránulos de almidón dentro de una delgada hebra de gluten en la red.

Rhimet *al.* (2010), prepararon harinas compuestas mezclando diversas cantidades de rehmanna liofilizada en polvo. Los resultados mostraron que la temperatura de gelatinización de la harina compuesta con el polvo de rehmanna al 4% (p/p) aumentó linealmente en relación a la temperatura de gelatinización, mientras que la viscosidad disminuyó. La absorción de agua disminuyó mediante la cocción y también el índice de hinchamiento se redujo, mientras que la turbidez del agua de la cocción se incrementó progresivamente. Concluyendo que los fideos con contenido de polvo de rehmanna hasta el 4% (p/p) fueron más aceptables en comparación con los fideos de harina de trigo.

Dhitalet *al.* (2010), evaluaron la cocción de fideos a base de vapor, para lo cual la masa estuvo formada por harina de trigo mezclado con otros complementos, y se sometió a una cocción en el túnel de vapor durante un tiempo de 90 a 240 s. Los resultados mostraron que mientras

el vapor de la pasta aumentaba el contenido de almidón resistente incrementó desde 0,22 a 0,49 g/100 g de sólidos secos en 90 s, y 1,4 g/100 g de sólidos secos en 240 s. Luego de freír los fideos presentaron una reducción repentina del contenido de humedad de 42,9 a 49,6 y 0,6-1,6 g/100 g de sólidos secos y en el almacenamiento, los fideos instantáneos presentaron un aumento de 1,4 veces en el contenido de almidón resistente.

Park *et al.* (2011), determinaron las variaciones alélicas de gluteninas en las pastas, además estudiaron la sedimentación, elasticidad de la masa, firmeza y tiempo de cocción de las pastas. Los resultados mostraron que el contenido de proteína se correlacionó negativamente con la absorción de agua, además mostró mayor contenido de proteínas lo que disminuye la dureza de la pasta.

Yonget *al.* (2011), prepararon fideos amarillos alcalinos mediante la sustitución parcial de harina de trigo por proteína de soya aislada y tratada con transglutaminasa microbiana. Los resultados mostraron que después de la cocción de las pastas, el agua contenía pocos sólidos, hubo también un aumento en la resistencia a la tracción y elasticidad. Para el tratamiento comprendido de proteína de soya y transglutaminasa, los valores de color y pH fueron moderados, pero la fuerza de tracción y los valores de elasticidad fueron los más altos. Finalmente concluyeron que es posible emplear proteína de soya hasta un 5% para mejorar las propiedades físicas de los fideos.

Changet *al.* (2011), estudiaron los cambios en la calidad de fideos frescos preparados con algas marinas (0, 3 y 6%) y sepia (0, 1/3, 2/3 hasta el 100%), Los rendimientos más altos se encontraron en la cocción con fideos que contenían el 6% de algas marinas, por la absorción de agua en las fibras y polisacáridos, además presentaron menor resistencia a la

tracción, pero la sustitución de sepia mostró mayor firmeza y menor extensibilidad en los fideos. Por tanto la mayor absorción de agua por algas marinas en los fideos proporcionó mayor suavidad y esponjosidad.

Linget *al.* (2011), investigaron los efectos de dos ingredientes como son fécula de patata acetilado y carboximetil celulosa sódica en los atributos de textura y la calidad de fideos instantáneos. Los resultados demostraron que las dos variables que son la dureza y la pegajosidad disminuyeron en los fideos instantáneos por la adición de estos aditivos. La microscopía electrónica ha demostrado también el desarrollo de una estructura de red más continua, además la fécula de patata acetilado y carboximetil celulosa tienen el potencial de mejorar el rendimiento del bajo contenido de proteínas de harinas de trigo blando para la elaboración de fideos instantáneos.

## **2.2 Fundamentación filosófica**

Mejía (2005), menciona que la investigación es una actividad orientada a la obtención de nuevos conocimientos y por esa vía, dar soluciones a los problemas o interrogantes; partiendo de las bases teóricas respectivas. Además la filosofía está íntimamente relacionada con la investigación aunque poseen sus respectivas diferencias y especificaciones.

Asimismo, el trabajo de investigación tiene una orientación positivista, dada por el planteamiento de la hipótesis y la realización de experimentaciones cuyas valoraciones son analizadas estadísticamente, la investigación desarrollada desde el punto de vista filosófico también es cuali-cuantitativo porque evalúa los atributos sensoriales. En efecto, el positivismo asume la existencia de un método específico para conocer esa realidad y propone el uso de dicho método como garantía de la verdad (Mejía, 2005).

### **2.3 Fundamentación legal**

Los siguientes análisis serán aplicados a todos los factores de estudio para la posterior selección de los mejores tratamientos.

Para los análisis reológicos, los métodos aplicados están basados en el manual de funcionamiento del equipo Mixolab System, con respaldo de la Norma ICC N° 173.

Para analizar los requisitos en cuanto a los límites en la utilización de aditivos y mejoradores y con respecto a los análisis microbiológicos se empleará la norma INEN 616 para la Harina de Trigo, Requisitos.

Los análisis que se realizarán con los mejores tratamientos resultantes de la mezcla de la harina de trigo con mejoradores son: porcentaje de hinchamiento, sedimentación, tiempo de cocción, grado de desintegración y sólidos totales, con respaldo de la Norma INEN 1375 para Pastas Alimenticias o Fideos - Requisitos.

### **2.4 Categorías fundamentales**



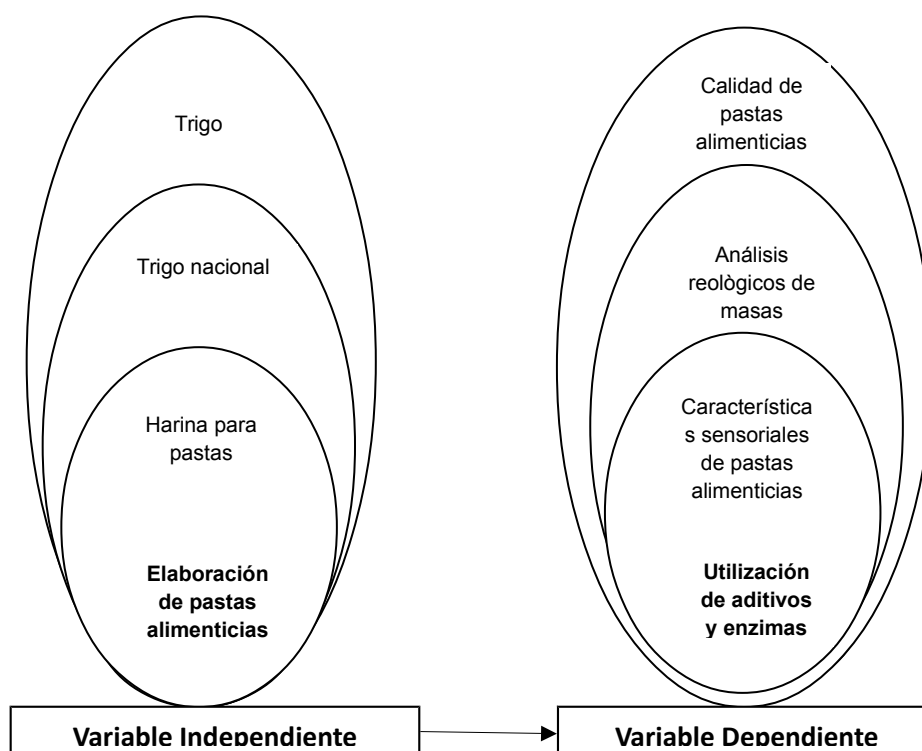


Gráfico 2: Red de Inclusiones  
 Elaborado por: Alexandra Pungaña 2011

#### 2.4.1 Contenido de las ideas de las categorías de la Variable independiente

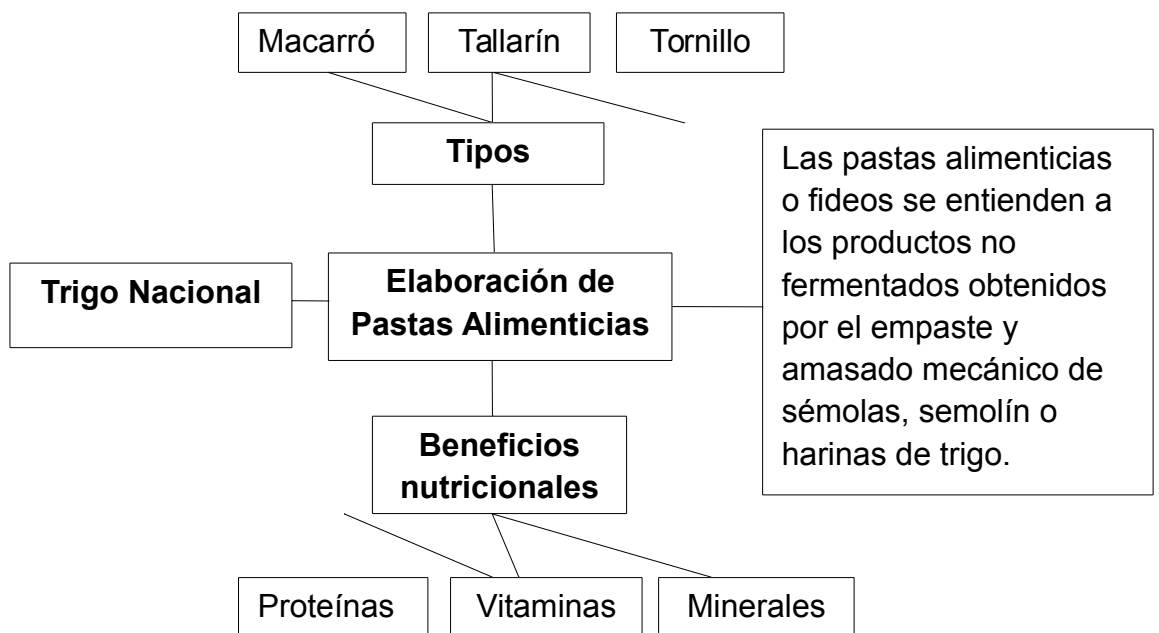


Gráfico 3: Subcategorías de la variable Independiente

Elaborado por: Alexandra Pungaña 2011

#### 2.4.1 Contenido de las ideas de las categorías de la Variable dependiente

Gluten Vital

Estearoil Lactilato de Sodio

Glucosa Oxidasa

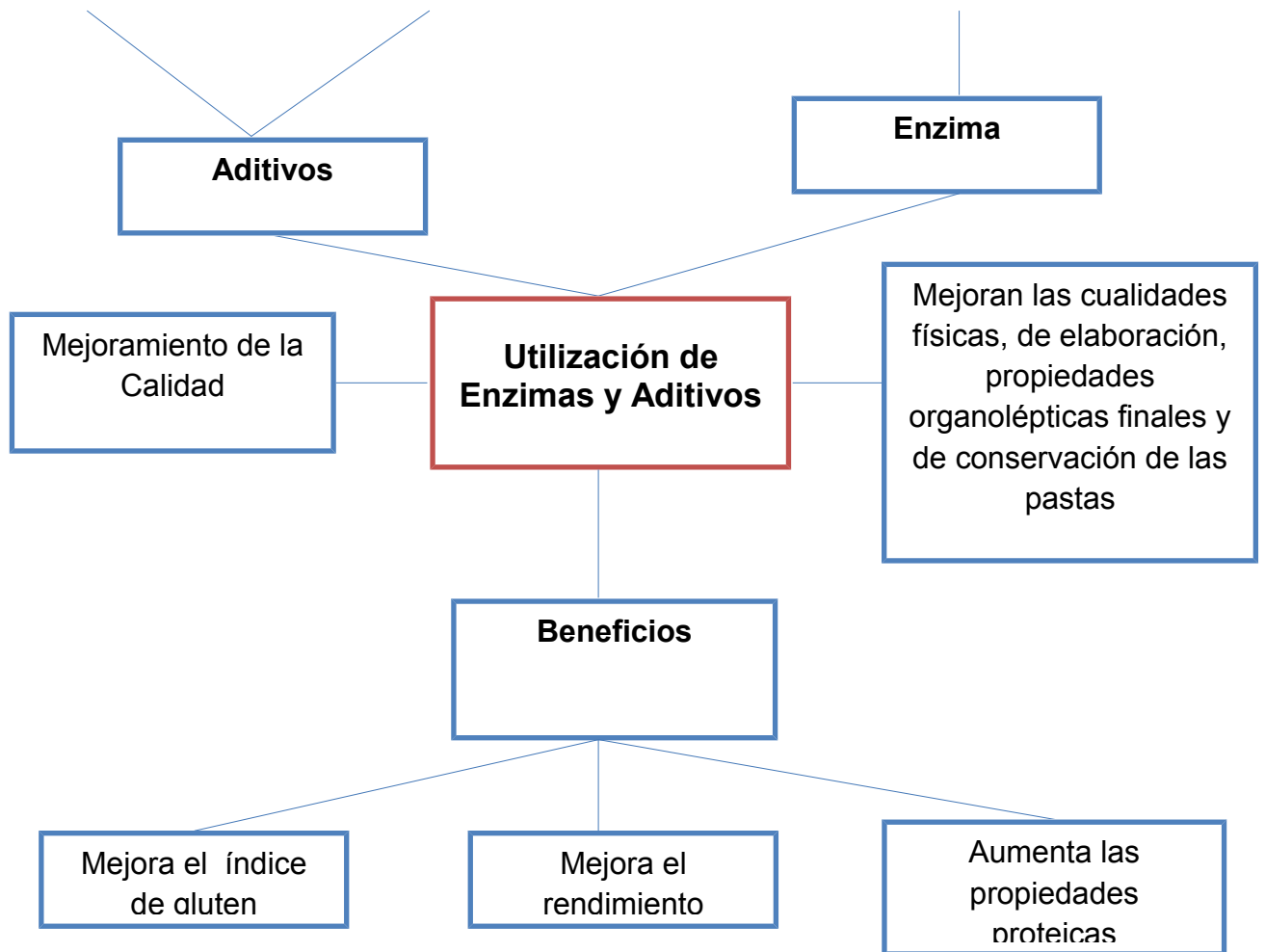


Gráfico 4: Subcategorías de la variable Dependiente  
Elaborado por: Alexandra Pungaña 2011

## 2.4.1 Desarrollo de categoría de las Variable independiente

### 2.4.1.2 Trigo

El grano de trigo está formado por una semilla cubierta por el pericarpio (vulgarmente denominado salvado) que se encuentra fuertemente adherido; contiene principalmente almidón, proteínas, agua, y

en menor proporción grasa, minerales, celulosa y vitaminas. Aún, cuando el almidón es el componente que se encuentra en mayor proporción en el grano, representando el 70% del peso seco de éste, la calidad industrial y sus propiedades funcionales dependen preferentemente por proteínas almacenadas insolubles denominadas gluten (Antogenelli, 1980).

La calidad del trigo es compleja. Por ejemplo, la proteína constituye solo un octavo del peso de la harina, pero juega un rol fundamental en la determinación del potencial para pastas de un trigo. Cuando se habla de proteína de trigo, hay que tener en cuenta que se ha reportado más de 1200 cadenas polipeptídicas distintas en un solo grano de trigo (Diario Manabita, 2007).

Cuando se mezcla harina con agua, se obtiene una masa de propiedades únicas que permiten la elaboración de pastas. Estas propiedades son causa de la formación de una red en la que participan gluteninas y gliadinas, mientras que las gluteninas le dan elasticidad a la masa, las gliadinas le brindan extensibilidad (Diario Manabita, 2007).

Entre los componentes químicos, el porcentaje de proteínas del grano de trigo es el parámetro más utilizado comercialmente para definir la calidad de las pastas de un trigo. Cuanto mayor es la cantidad de proteína, mejor será la calidad del trigo. Pero la calidad de proteína, definida básicamente por la variedad, es tan importante como la cantidad. Por ello, en países donde la comercialización de trigo es elevada, se estimula la utilización de mayor cantidad de proteínas.

Si bien existen diferencias entre distintos genotipos de trigos, la cantidad de proteína del grano de trigo estará altamente influenciada por el ambiente en que fue cultivado. Básicamente, es necesario que el trigo tenga suficiente disponibilidad de nitrógeno en el suelo para que la cantidad de proteínas sea aceptable (García, 2004).

En la tabla 1 se observa la clasificación de los trigos de acuerdo a la funcionalidad del gluten, se identifica 5 grupos: Trigo fuerte, Medio-Fuerte, Suave, Tenaz, Cristalino, como se puede observar los trigos con gluten fortificado no son aptos para pastas en cambio el gluten cristalino que es corto y tenaz si lo es.

Tabla 1. Clasificación de los trigos con base en la funcionalidad del gluten

Grupo	Denominación	Características
I	Fuerte	Gluten fuerte y elástico apto para la <a href="#">industria</a> mecanizada de panificación. Usados para mejorar la <a href="#">calidad</a> de trigos débiles.
II	Medio-Fuerte	Gluten medio-fuerte apto para la industria artesanal de panificación.
III	Suave	Gluten débil o suave pero extensible apto para la industria galletera. Usado para mejorar las propiedades de trigos tenaces.
IV	Tenaz	Gluten corto o poco extensible pero tenaz, apto para la industria pastelera y galletera
V	Cristalino	Gluten corto y tenaz, apto para la industria de pastas y sopas.

Fuente: Marchese, 2011

En las proteínas de los cereales se encuentran unos 18 aminoácidos diferentes. Las proporciones en que se encuentran y su orden en las cadenas, determinan las propiedades de cada proteína. Sin embargo, los alimentos preparados con trigo son [fuentes](#) de proteínas incompletas. Esto significa que pudiera contener los 8 aminoácidos esenciales pero no todos ellos en niveles adecuados, así que la combinación del trigo con otros alimentos proporcionaría de ser correcta, una proteína completa. Sin embargo si se compara con otros cereales

como el arroz y el maíz llegaríamos a la conclusión de que tiene más proteínas (García, 2004).

En el gráfico 3 se puede observar que del total de las proteínas que contiene el trigo, el 40% comprende gluteninas, 12% es albúminas, 8% globulinas y el 40% restante es prolaminas.

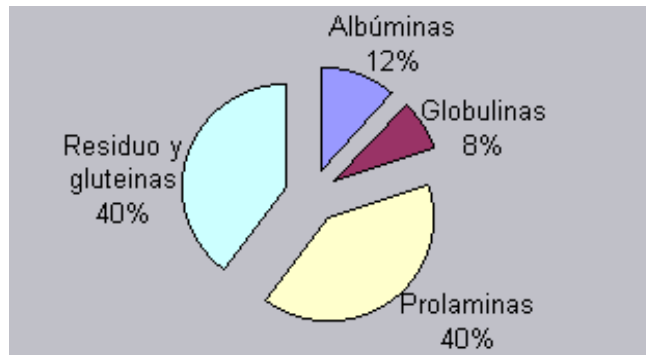


Gráfico 4. Porcentaje de proteínas en el grano de trigo  
Fuente: Marchese, 2011

#### 2.4.1.2 Trigo Nacional

En el país, no se cultiva trigo duro, sin embargo de las 600.000 TM importadas en el año 2009, casi el 40% corresponde a trigo duro para la industria de fideos (pastas), sémola, etc(Coronel *etal.* 1993).

La utilización de variedades locales en el Programa de Mejoramiento, es el camino más adecuado para desarrollar nuevas variedades, de acuerdo a las necesidades de los productores. En los periodos correspondientes a los años 1991 a 2008, el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP) emitió varios informes técnicos en los que se afirma que la variedad de trigo conocida como Cojitambo, es la más cultivada en las provincias correspondientes a Azuay, Loja, Chimborazo e Imbabura debido a su eficiencia de productividad, adaptación al suelo, resistencia a roya amarilla de hoja y de espiga; además presenta un porcentaje de gluten del 12.6%, lo que la hace apta para la fabricación de galletas y fideos (Coronel *etal.* 1993).

La variedad de semilla mejorada para el país ha sido desarrollada principalmente por el INIAP en la Estación Experimental Santa Catalina y la Comisión Nacional del Trigo. Las variedades que el INIAP ha desarrollado son 11 y las que actualmente están siendo cultivadas son: INIAP Cojitambo, INIAP Chimborazo e INIAP-Zhalao (INIAP, 2008).

Después de nueve años de investigación, los docentes, alumnos, egresados de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB), técnicos del INIAP y productores obtuvieron un grano precoz harinero con el cruce de genética nacional y suiza en las zonas agroecológicas trigueras de los cantones Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes (Rivadeneira *et al.* 2003).

La variedad de trigo “Carnavalero”, es de grano rojo y espiga barbada y blanca, compacta y resistente al fuerte viento andino, sobrevive al ataque de royas y otras enfermedades. Para consolidar la siembra de la variedad Carnavalero, deben pasar unos tres años en tareas demostrativas, con lo cual podrá medirse su impacto y los medios para proveer semilla suficiente y de alta calidad con un contenido de proteína del 13.6% que es la mayor cualidad de esta variedad para planes de nutrición (Rivadeneira *et al.* 2003).

Por otro lado, variedades nuevas de trigo Cañicapa y Pacha, presentaron buenos niveles de resistencia a royas y rendimientos de granos a nivel experimental (4971 y 4332 kg/ha, respectivamente) que superan al testigo que rindió 3871 kg/ha, destacándose Cañicapa por su alto contenido de proteína (13.9%), que contribuirá a mejorar la nutrición de las personas, esta nueva variedad de trigo reemplazará al Cojitambo, y se caracteriza por tener un grano de color blanco (INIAP, 2003).

Otra nueva variedad caracterizada por su alta productividad al generar rendimientos superiores a los 120 qq/ha, resistencia a enfermedades comunes del trigo como roya amarilla y roya de las hojas, excelente calidad de grano, buena adaptación a las condiciones agroclimáticas de las distintas zonas trigueras del austro ecuatoriano y buena calidad molinera es la variedad “INIAP Vivar 2010” (INIAP, 2010).

La nueva variedad “INIAP Vivar 2010”, tiene una altura de planta de 85 a 95 cm, con un número de macollos entre 6 a 10, de tallo tolerante al volcamiento y tipo de espiga barbada. Posee una espiga compacta, de color blanca con medidas entre 9 a 12 cm, grano de color blanco con un peso de 46.1 gramos por 100 granos y de forma ovalado. Posee un rendimiento promedio sobre las 120 qq/ha, un ciclo vegetativo de 165 a 175 días y 57 granos por espiga. Es un trigo con un porcentaje de proteína sobre el 13%, posee altos contenidos de fructano que es un compuesto probiótico que estimula el crecimiento y la actividad de bacterias beneficiosas para la flora intestinal (INIAP, 2010).

#### **2.4.1.3 Harina para pastas**

Técnicamente la harina es un producto pulverulento obtenido por la molienda gradual y sistemática de granos de trigo, previa separación de las impurezas y lavado hasta un grado de extracción determinado (Combelli, 1952).

En la elaboración de pastas alimenticias, las harinas a partir de trigo durum no es apto para panificación debido a la baja extensibilidad y la alta tenacidad de la masa que forma, pero es ideal para pastas (Axomas, 2010).

Uno de los componentes que tecnológicamente son importantes y que determinan la calidad del producto terminado son las proteínas, principalmente las proteínas que integran el gluten (gliadinas y



gluteninas). Es importante conocer este tipo de proteínas así como sus propiedades funcionales, para determinar el uso que se les puede dar ya sea para la elaboración de pan o para la elaboración de otros productos a base de trigo (pastas, galletas, etc.) (Vega, 2009).

Las harinas que presentan una mayor proporción de gluteninas son más fuertes y tenaces, mientras que las harinas que presentan una mayor proporción de gliadinas son más viscosas y extensibles, las harinas con una relación balanceada de gliadinas y gluteninas presentan una fuerza media y son utilizadas para panadería, las harinas que presentan una mayor proporción de gluteninas se utiliza para elaborar pastas y las harinas que presentan una mayor proporción de gliadinas se utilizan para elaborar galletas (Vega, 2009).

Dentro de estas características, se puede mencionar que el trigo durum es: ideal para la elaboración de pastas por su color amarillo ámbar, resistencia a la ruptura, requiere más tiempo de cocción y aumenta el volumen hasta tres veces, no se deforma, no se deshace y deja limpia e incolora el agua de cocción(Granitoet *al.*, 1998).

#### **2.4.1.4. Elaboración de Pasta con Trigo Nacional**

Las pastas son alimentos elaborados a base de harina de trigo mezclada con agua y a la cual se le puede adicionar huevo, sal u otros ingredientes, conformando un producto que se cuece en agua hirviendo. La elaboración de pastas alimenticias a base de trigo es una práctica antigua, que se sigue especialmente en los países donde se cultiva el trigo (Wikipedia, 2011).

Para elaborar pastas alimenticias se controla la calidad de la materia prima para asegurar un producto inocuo; se pesan y se mezclan todos los ingredientes como son: harina aditivada, sal, agua, posteriormente se amasan en un tiempo de 15 a 20 minutos hasta conseguir una masa adecuada, después pasa al proceso de extruido hasta obtener la figura deseada, luego se secan a una temperatura de 40 a 60°C hasta alcanzar un 12% de humedad, ideal para este tipo de productos, se enfría y finalmente se empaqueta en fundas de polipropileno para que se encuentre libre de contaminaciones.

### **Tipos de pastas Alimenticias**

Existe una enorme variedad de pastas, de acuerdo a su forma, relleno, y usos. Algunos tipos de pastas son: Macarrones tiene forma de tubitos. La más conocida es, sin duda, el macarrón, el que frecuentemente se prepara con queso. Incluso, encontrarás cajas de esta receta para ser preparada instantáneamente. Pastas largas y cintas, llama pasta larga al conjunto de variedades de mayor tamaño. Se caracteriza por su longitud, no por su anchura. Dentro de esta clase, encontramos el 'cabello de ángel' o capelli d'angelo: Los fideos pueden ser de diferente grosor: cuanto más gruesos, mejor aceptarán las salsas espesas (TiposDe.Org, 2013).

## **2.4.2 Desarrollo de categoría de las Variable Dependiente**

### **2.4.2.1 Calidad de las pastas alimenticias**

Para medir la calidad de pastas alimenticias se evalúan generalmente los siguientes parámetros, como son: punto de cocción mínimo, la pérdida de sólidos por cocción (materia seca) y porcentaje de hinchamiento de la pasta (Arqueros, 2009).

El tiempo de cocción (al dente), es el tiempo inmediatamente antes que desaparezca el nervio en el centro de la pasta, es decir cuando el almidón ya está gelatinizado.

La determinación de materia orgánica total o extracto seco, es la determinación del material adherido a la pasta, responsable de la pegajosidad o también la medición de la materia orgánica desprendida de la pasta después de la cocción (Arqueros, 2009).

El hinchamiento del gluten da a la masa: unión, elasticidad, retención de agua y mantenimiento de forma en pastas. El agua se adhiere a la superficie de los gránulos de almidón, se introduce por las grietas y lleva el gránulo a su hinchamiento este se acelera por calentamiento. El almidón sano retiene en las pastas y masas, aproximadamente, un tercio de su propio peso en agua (Pazuña, 2011).

#### **2.4.2.2 Análisis reológico de las masas**

Según Dobraszczyk y Morgenstern (2003), para evaluar la calidad de los trigos, se considera a la harina como su principal factor y dentro de las características más importantes de este producto están las propiedades reológicas de sus masas que determinan las condiciones de procesamiento y su uso final. Para la evaluación de las propiedades reológicas de las masas de harina de trigo, los métodos reológicos empíricos, son utilizados ampliamente por la industria procesadora de trigo, tanto por su rapidez como por su aspecto práctico.

Por otro lado, se continúa con la búsqueda de métodos reológicos más precisos que contengan fundamentos básicos para que aporten evidencia suficiente de la calidad de las masas de trigo durante su procesamiento. Estos métodos tienen el propósito de entender el

comportamiento reológico de los materiales, en este caso la masa, considerando aspectos básicos (DobraszczykyMorgenstern, 2003).

El Mixolab es una herramienta imprescindible que le permite obtener un análisis completo de las características de sus harinas y trigos en un solo ensayo automático al anticipar su comportamiento durante el amasado y la cocción (Clair, 2010).

Dentro de estas aplicaciones se puede observar:

- Discriminación de las harinas no aptas para las especificaciones establecidas.
- Selección de las harinas en función de su aplicación final y del proceso de fabricación.
- Limitación de los ensayos de panificación a las muestras dudosas.
- Ayuda para el desarrollo de formulaciones gracias a la evaluación del efecto de los ingredientes y aditivos.

**Características del Mixolab**

Es ideal para los servicios de investigación y desarrollo gracias a su precisión de análisis, el Mixolab abre las puertas a la productividad, se puede ejecutar modelos que permiten predecir el comportamiento final de sus harinas (absorción de agua, extensibilidad, etc.), y así dosificar exactamente los ingredientes y las enzimas para modificar los parámetros de ensayo (velocidades, temperaturas, consistencia, etc.) con el objeto de reproducir al máximo las condiciones reales de uso de sus harinas (Clair, 2010).

El mixolab cuenta con tres herramientas para caracterizar las harinas de trigo como son: Mixolab Standard, Simulator y Profiler.

**Mixolab Simulator**

El Mixolab Simulador dispone de un protocolo particular y de algoritmos de cálculo que permite obtener resultados de análisis equivalentes a los obtenidos con el farinógrafo. Al cabo de 30 minutos de ensayo, el Mixolab Simulator indica los valores medidos sobre la curva: Torque (Nm) versus el tiempo (min) y permite comparar directamente los resultados con los de la norma ISO 5530. Harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) (Gambarotta, 2004)

El mixolab simulador da una curva que llega hasta un máximo de consistencia, donde las proteínas de la harina se desdoblán en gluten y caen, finalmente pierden resistencia por el amasado continuo. Dando así las propiedades reológicas de la masa (Gambarotta, 2004).

Los índices que determina el equipo son:

- a) Absorción de agua
- b) Tiempo de desarrollo de la masa
- c) Estabilidad
- d) Debilitamiento

La absorción del agua, representa la cantidad de agua necesaria para alcanzar una máxima consistencia en el amasado. Se encuentra directamente relacionada con la cantidad de pasta que puede ser producida por kilo de harina, depende de la cantidad, calidad del gluten y la dureza del endospermo.

El tiempo de desarrollo de la masa, es el tiempo necesario para alcanzar la máxima consistencia. En una harina fuerte, este período puede ser largo y está relacionado con la calidad del gluten o también con la velocidad de absorción de agua.

La estabilidad, es el intervalo de tiempo durante el cual la masa mantiene la máxima consistencia.

La caída o debilitamiento de la masa, representa la diferencia entre la máxima consistencia y la que se obtiene después de 30 minutos.

En el gráfico 4 se observa la curva del Mixolab simulador farinográfico, que al cabo de 30 minutos da los aspectos reológicos de las masas de harina de trigo como son: Absorción de agua, Tiempo de desarrollo, Estabilidad y Debilitamiento.

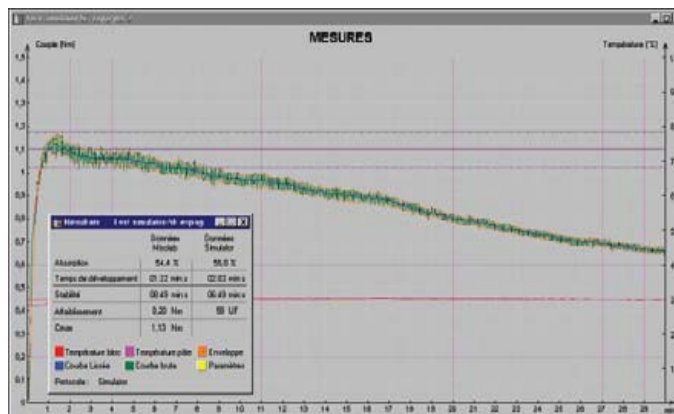


Gráfico 5. Curva tipo de un farinograma realizado en el Mixolab Simulator

*Fuente: Chopin Technologies, 2006.*

### Mixolab Profiler

Permite caracterizar una harina en función de su destino final bajo 6 criterios fundamentales:

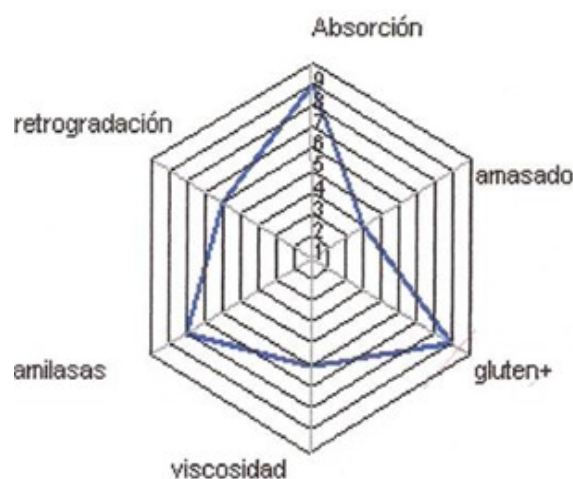
- La absorción de agua influye en el rendimiento de la masa.
- El índice de amasado representa la resistencia de la harina al amasado.

- El índice de gluten la fuerza de las proteínas.
- La viscosidad es función de las características del almidón y de la actividad amilásica.
- La resistencia a la amilólisis revela, entre otros factores, el nivel de germinación.
- El índice de retrogradación da una información importante sobre el potencial de conservación del producto acabado.

Por basarse en un análisis exhaustivo de la harina, de sus elementos y de sus interacciones, el Mixolab Profiler es la herramienta perfecta de caracterización de las harinas, ideal para el control de la calidad (Gambarotta, 2004).

En el gráfico 5 se observa la curva del Mixolab profiler simulador, que al cabo de 45 minutos da los aspectos reológicos:

- Capacidad de Absorción de Agua (WA)
- Tiempo hasta la formación de la masa
- Estabilidad y tolerancia al amasado
- Calidad del gluten
- Viscosidad en caliente, que depende de las características del almidón
- Actividad amilásica
- Retrogradación del almidón, que influye en el tiempo de conservación



## Gráfico6. Curva tipo del Mixolab Profiler

*Fuente:*Chopin Technologies, 2006.

### 2.4.2.2 **Características sensoriales de las pastas alimenticias**

Martínez (2009), menciona que la calidad de la pasta depende mucho de sus características organolépticas ya que un producto de sabor desagradable no será aceptado por los consumidores, para ello las normas establecidas indican cualidades sensoriales como:

Color.- es un atributo de calidad, referente al aspecto visual que presenta la pasta. En la escala hedónica comprendida entre 1 “Marrón intenso” a 5 “blanco”, este último es el ideal y recomendado para pastas alimenticias.

Apelmazamiento.- hace referencia el grado de soltura de la masa al visualizarlo, se recomienda que las pastas deberán estar sueltas de lo contrario resultarán de mala calidad.

Firmeza.- es la resistencia de la pasta cocida al masticar, para un correcto consumo la pasta debe ser suave y de forma definida sin rastros de materias extrañas.

Pegajosidad.- es la fuerza con la que la superficie de la pasta se adhiere a la lengua, para determinar la calidad de este atributo se recomienda que la pasta sea maleable y suave, además no debe pegarse; a los dientes paladar y lengua.

Aceptabilidad.- es el grado de aceptación que tiene cada uno de los tratamientos, este atributo comprende no solo al sabor sino a la forma y presentación.



#### **2.4.2.2.1 Análisis fisicoquímico de las pastas alimenticias**

La utilidad del análisis físico-químico, está relacionado fundamentalmente con dos aspectos:

Aspecto legal, que implica el cumplimiento de especificaciones que categorizar los alimentos según sus Reglamentaciones técnico-sanitarias y las correspondientes Directivas y Reglamentos Comunitarios, así mismo las empresas que quieran exportar, deberán adecuarse a las especificaciones de los países receptores de los productos.

Aspecto asociado al Control de Calidad interno, en ese sentido nuestra labor puede ofrecerle un asesoramiento en materia de Calidad adaptado para cada empresa, ya sea de modo interno o con subcontratación del mismo.

Para realizar los distintos análisis físico-químicos se seguirán los métodos según Arqueros, 2009 para el tiempo de cocción, determinación de sedimentación del agua de cocción, turbidez, porcentaje de hinchamiento y análisis microbiológico.

#### **2.4.2.2.2 Propiedades nutricionales de las pastas**

La pasta fresca es un alimento nutritivo y sano para nuestra salud y para una dieta equilibrada. Es un error pensar que la pasta engorda, la realidad los contenidos en grasas que la acompaña, como quesos, salsas, carne, etc., son los que pueden hacer subir tu colesterol y tú peso (Laderach, 2012).

La pasta contiene: Hidratos de carbono, vitaminas E y B, Fibra, Un mínimo de grasas vegetales (Laderach, 2012).

Beneficios de la pasta:

- Es básica en la dieta mediterránea.
- Contrario a lo que se cree, la pasta –casera aún mejor- es un alimento básico en la dieta.
- Es ideal para personas con colesterol, debido a su bajo nivel en grasas.
- En raciones moderadas ayuda a mantener un peso saludable.
- Excelente para personas con hipertensión, al no tener cantidades significativas de sodio.
- Los carbohidratos (68 g por cada 100g) y la fibra hacen de la pasta un alimento indicado para prevenir la aparición de algunos tipos de cáncer, sobre todo el color rectal, ya que detiene el crecimiento celular y ayuda a la diferenciación y selección de las células dañadas, para su posterior eliminación.
- Aporta muchísima energía para afrontar el día.
- Muy buena para personas con diabetes, pues su contenido en almidón ayuda a regular el incremento de azúcar.
- La pasta es un alimento que el organismo asimila lentamente, eso hace que te sacie antes y así te ayuda a controlar la cantidad de comida que comes (Laderach, 2012).

#### 2.4.2.3 **Utilización de aditivos y enzimas**

Se denomina mejoradores aquellos [aditivos](#) añadidos a la [harina](#) y al [agua](#) que procuran mejorar las cualidades físicas, de elaboración, propiedades organolépticas finales y de conservación de las pastas (Ulloa y Castro, 2001).

Su participación es fundamental en la elaboración de las pastas en la actualidad, y por tanto de los aditivos depende en buena medida el resultado final del producto. Los aditivos y mejorantes de pastas alimenticias pueden ser: emulsionantes, oxidantes, azúcares, enzimas, estabilizantes, etc (Ulloa y Castro, 2001).

### **Gluten Vital**

El gluten es una proteína de bajo valor nutritivo, cuyo uso se clasificó debido a su capacidad de retener aire en la matriz proteica, facilitando que la masa se adhiera mejor, esto favorece la elaboración de las pastas, además interviene en parámetros como la elasticidad, textura, firmeza y sabor (Tejero, 2009).

El gluten de trigo vital es un polvo ligeramente amarillento, con un contenido en humedad del 9 a 12%, que añadido a la harina aumenta el contenido proteico (Hernández, 2011).

### **Ventajas de la utilización del gluten**

1.- Aumenta la fuerza y la tolerancia de la masa, esto puede dar una idea del alto contenido proteico del gluten. Sin embargo, se debe tener en cuenta que a medida que aumenta la fuerza aumenta también la tenacidad.

2.- Aumenta la absorción del agua y el rendimiento de la pasta.

3.- A mayor cantidad de gluten incorporado permite un porcentaje mayor de harina de centeno o de otros cereales o granos ricos en fibra.

4.- La adición de gluten de trigo aumenta la resistencia a la cocción de las pastas, mejora la firmeza del producto cocido y refuerza el contenido proteico.

Como se ha mencionado, el gluten es el responsable de la retención de gas y de la estructura celular de la masa, por lo tanto será necesario añadirlo cuando sea necesario retener gas o reforzar la estructura de la masa. Si lo que se quiere aumentar el porcentaje de proteína de la harina hay que tener en cuenta que por cada 1 % de gluten añadido, la mezcla aumentará un 0,6 % su contenido en proteína; así pues, si se tiene una harina con el 13 % de proteínas y se añade 1 % de gluten, la mezcla se transforma en 13,6 % de contenido proteico (Hernández, 2011).

Para utilizar el gluten se debe mezclar con los ingredientes secos, antes de mezclarlo con el agua. El contacto directo del gluten con los componentes líquidos de la masa provoca la formación de grumos en la masa, difíciles de disolver.

El tiempo de amasado se incrementa progresivamente a medida que aumenta la dosificación del gluten. Este aumento del tiempo de amasado se debe a la necesidad de formar mayor cantidad de gluten proporcionado por el incremento de la proteína adicional (Hernández, 2011).

## **Enzimas**

### **Glucosa Oxidasa (GO)**

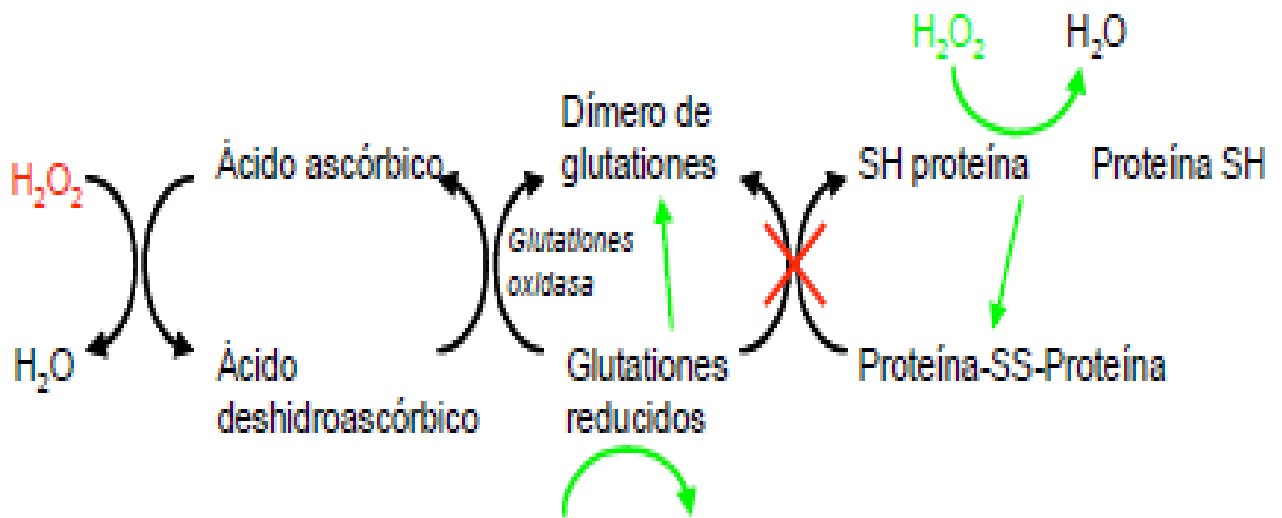
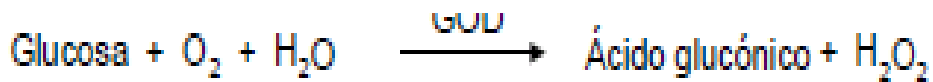
Actúa sobre la fracción de glucosa, oxidándola y como resultado de ello se obtiene el peróxido de hidrógeno que actúa sobre los grupos

disulfuro formándose enlaces que refuerzan la red de gluten, proporcionando a las masas mayor tolerancia a la fermentación (Ferré, 2010).

Esta enzima fortalece el gluten, contribuyendo muy positivamente a la elasticidad de la masa, ofreciendo una mayor resistencia a los impactos mecánicos y a producir una masa más fuerte y más seca. Además, tienen un efecto sinérgico cuando se combinan con alfa-amilasas, hemicelulasas y fosfolipasas (Énfasis Alimentación Latinoamérica, 2009).

La enzima glucosa oxidasa deriva normalmente del hongo *Aspergillus*, a veces del *Penicillium*. La miel también es una fuente abundante de glucosa oxidasa (Popper, 2008).

En el gráfico 7 se observa el efecto de la glucosa oxidasa en la masa, el cual se basa en la oxidación de la glucosa para formar ácido glucónico con la ayuda del oxígeno atmosférico; su otro efecto es la transformación del agua en peróxido de hidrógeno. Este agente oxidante actúa sobre los grupos de tiol del gluten, ya sea directamente o a través de varias vías de acceso, incluyendo la formación de enlaces de disulfuro y de este modo reforzando la proteína. El factor limitador en este proceso es la disponibilidad de oxígeno (Popper, 2008).



**Gráfico 7. Glucosa Oxidasa**

*Fuente:* Popper, 2008

## Emulsionantes

Los emulsionantes son moléculas que constan de una parte amiga del agua (Hidrófila) y de una parte amiga de la grasa (Lipófila). Son la base para fabricar mejorantes en pastas. Son también llamados "acondicionantes de la masa" y promueven acciones tan relevantes como un aumento de la resistencia al tratamiento mecánico de la masa, favorecen la absorción de sustancias grasas, aumentan el volumen de las pastas, alargan su conservación (Popper, 2008).

Son numerosas y variadas las actividades que desarrollan los emulsionantes en las masas; facilitan los enlaces entre las proteínas y el almidón, dan mayor estabilidad, estabilizan la espuma que puede resultar del amasado (anti-espumante), y actúan como lubricante para la elaboración de pastas (Popper, 2008).

Los emulgentes específicos, aportan beneficios como: una mejor tolerancia al amasado, reducción del tiempo de amasado, mayor absorción de agua, mejor capacidad de retención de gases durante la fermentación, reposo y almacenaje. Los aditivos tradicionales para masas incluyen emulgentes tales como Estearil lactilato, Ésteres monoacetil y diacetil tartárico de los mono y diglicéridos (DATEM), monoglicérido succinato (SMG) y monoglicérido setoxilados (EMG). Los usos más comunes de emulgentes oscilan entre 0,25% y 0,50%. Por ejemplo, la combinación de Estearil-2-lactilato de sodio y Estearil-2-lactilato de calcio con gluten, durante el mezclado, refuerza la pared lateral. Ambos emulgentes aportan excelente fortificación de masa (Ferré, 2010).

El Estearil Lactilato de sodio es un emulsificante altamente hidrofílico que se dispersa fácilmente en el agua, lo que permite un incremento de absorción de agua en la masa y mejora la interacción de los ingredientes grasos. Tiene propiedades de acondicionamiento de masa y actúa solo o en sinergismo con otros ingredientes. Una propiedad muy importante es su interacción con los aminoácidos de las proteínas. Forma un complejo o red con el gluten que mejora la elasticidad, extensibilidad y reduce la retrogradación de la masa, lo que incrementa la tolerancia al trabajo mecánico (Ferré, 2010).

Según Popper, 2008, dentro de los emulsificantes se puede nombrar al Estearil Lactilato de Sodio que es un éster obtenido de la reacción del ácido esteárico con el ácido láctico y es largamente utilizado como:

- Emulsificante y estabilizante.
- Mejora el amasado y tolerancia.
- Estructura homogénea.
- Desarrollo rápido de la masa.

## **2.5 Hipótesis**

La utilización de aditivos y enzimas en la harina de trigo nacional mejorara la calidad de las pastas alimenticias.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

**Variable Independiente:** Elaboración de pastas alimenticias a partir del trigo nacional

**Variable Dependiente:** Utilización de enzima y aditivos.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 ENFOQUE

El presente trabajo ofreció la posibilidad de analizar los resultados tanto en forma cualitativa como el análisis de las características sensoriales: color, aceptabilidad, firmeza, pegajosidad y apelmazamiento, factores muy importantes ya que de ellos depende la aceptación o rechazo del producto; y de forma cuantitativa por medio de la valoración de las propiedades reológicas de las harinas a través de los datos obtenidos del análisis reológico: absorción de agua, tiempo de amasado, índice de gluten y viscosidad, resultados que ayudaron a determinar la consistencia ideal necesaria para obtener una masa adecuada para pastas.

#### 3.2 Modalidad básica de la investigación

La investigación se basó en las siguientes modalidades:

**Bibliográfica-documental.** Consistió en la recopilación de información acerca del trigo nacional y su procesamiento en harina, las propiedades físico-químicas, el procesamiento de la pasta y los respectivos análisis que determinaron la calidad de la misma, esto se llevó a cabo mediante citas bibliográficas, tesis realizadas, revistas y artículos técnicos.

**Experimental.** Consistió en la evaluación de las diferentes características que atribuyen la calidad de las harinas de cada uno de los tratamientos establecidos, que relacionaron a la variable dependiente e independiente; y con los mejores tratamientos se elaboraron fideos,

donde se caracterizó el tiempo de cocción, capacidad de hinchamiento del fideo y sedimentación.

### **3.3 Nivel o tipo de investigación**

La investigación se basó en los siguientes tipos:

Explicativa: se identificó los efectos que generan en la harina nacional al adicionar mejoradores (gluten, enzima y emulsionante) en la calidad de la pasta; lo que permitió establecer los mejores tratamientos.

Asociación de variables: se evaluó como influye la adición de mejorantes a la harina nacional en la calidad de las pastas.

### **3.4 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.4.1 Método para la obtención de las pastas alimenticias.**

En el Gráfico 8 se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración de pastas alimenticias:

**Recepción.-** La adquisición de materia prima de óptima calidad, evitando alguna alteración o contaminación, es importante para garantizar la inocuidad y la calidad del producto final.

**Pesado.-** En la utilización de mezclas de harinas, es necesario precisar los pesos de las formulaciones con el objeto de determinar los rendimientos.

**Mezclado.-** Esta operación consiste en mezclar una cantidad determinada de harina con una cantidad de agua, entre sí hasta formar una mezcla homogénea. Una buena mezcla facilita la subsiguiente operación de amasado, haciéndola más rápida.

**Amasado.-** Este proceso sirve para homogenizar la incorporación de los gránulos de la harina. De esta manera se obtiene una buena mezcla, suave, elástica, lisa y sin asperezas; evitándose de esta forma que, al ser moldeada, presente estrías, resquebrajaduras e irregularidades. Es evidente que del amasado dependerá principalmente el aspecto de la lámina para la elaboración de la pasta, su estructura uniforme y hasta el sabor. Esta operación dura alrededor de 15 minutos.

**Extruido.-** es un proceso térmico-mecánico por medio del cual materiales que contienen biopolímeros (proteínas y almidones) son plastificados y cocidos por la acción combinada de presión, calor y acción mecánica y son forzados a pasar por una boquilla.

**Secado.-** El secado se realiza en una cámara aislada con control de la humedad y temperatura interior, en lapsos de tiempo intercalados con enfriamientos a temperatura ambiental. Sirve para disminuir el contenido de humedad de la pasta hasta llegar a 12%, para obtener un producto final que mantenga sus características sensoriales y de presentación por tiempos prolongados; y no presente problemas de deterioro. Se aplicara un secado de acuerdo al tipo de masa, considerando que un secado lento produce una fermentación inicial; un secado rápido o brusco trae como consecuencia la formación de fisuras y quebrado en la manipulación del producto

**Enfriado.-** Una vez retirado el producto del secador, se enfría en un lugar seco y fresco. El tiempo empleado para esta fase a temperatura ambiente, varía según las condiciones climáticas de la planta.

**Empacado.-** El producto terminado se envasa en fundas de material plástico, sugiriendo el polipropileno 08H85DB con un contenido

neto de 250 y 500 g. Se suelda la funda para asegurar su conservación e higiene durante su almacenamiento, transporte y expendio.

**Almacenado.**- El producto se almacena en lugares secos, bien ventilados y sobre lugares que garanticen una buena circulación de aire, con un apilamiento máximo de 1 metro de altura.

Gráfico 8. Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de pastas alimenticias

Luego de elaborar las pastas alimenticias, se empleó el diseño estadístico A \* B \* C, los resultados se evaluaron en los programas informáticos de Microsoft Excel y Statgraphics Plus 4.0.

### 3.4.2 Diseño Experimental

Se analizó la combinación adecuada de mejoradores y enzima en la harina de trigo nacional para la elaboración de pastas alimenticias mediante el diseño A\*B\*C siendo "A" el mejorador Gluten vital, "B" enzima Glucosa oxidasa y "C" emulsionante Estearoil lactilato de sodio, cuyo modelo matemático es el siguiente:

#### Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + \beta_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + R_{1l} + \varepsilon_{ijk1}$$

Donde:

$\mu$  = efecto global

$A_i$  = efecto del i-ésimo nivel del factor A;  $i=1, \dots, a$

$B_j$  = efecto del j-ésimo nivel del factor B;  $j=1, \dots, b$

$(AB)_{ij}$  = efecto de la interacción entre los factores A, B

$(AC)_{ik}$  = efecto de la interacción entre los factores A, C

$(BC)_{jk}$  = efecto de la interacción entre los factores B, C

$(ABC)_{ijk}$  = efecto de la interacción entre los factores A, B, C

$R_{1l}$  = efecto de la replicación del experimento;  $l=1, \dots, r$

$\varepsilon_{ijk1}$  = Residuo o Error experimental.

En la tabla 2 se observa los niveles de los respectivos tratamientos, dos de los tres factores contienen tres niveles, el último factor solamente dos.

Tabla 2. Factores y niveles para elaborar el diseño experimental

Factores	Niveles
Gluten vital	a <sub>0</sub> =0% a <sub>1</sub> =2% a <sub>2</sub> =4%
Enzima glucosa oxidasa	b <sub>0</sub> =0ppm b <sub>1</sub> =60ppm b <sub>2</sub> =120ppm
Emulsionante (Estearil lactilato de sodio)	c <sub>1</sub> =100ppm c <sub>2</sub> =150ppm

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011

Determinándose un número de 36 tratamientos, los mismos que se trabajaron con una réplica. Estos aditivos se añadieron a la harina de trigo nacional y se realizaron análisis reológicos de estas harinas.

En la tabla 5 se observa los diferentes tratamientos que se utilizaron para la presente investigación, las variables a estudiaron fueron: Gluten Vital (GV), Glucosa Oxidasa (GO) y Estearil Lactilato de Sodio (SSL) los mismos que se mezclaron en un kg de harina de trigo nacional.

Tabla 3. Combinación aleatorizada de los factores en estudio

Tratamiento	Significado
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	0%GV + 0 ppm GO + 100 ppm SSL
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	0%GV + 0 ppm GO + 150 ppm SSL
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	0%GV + 60 ppm GO + 100 ppm SSL
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	0%GV + 60 ppm GO + 150 ppm SSL
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	0%GV + 120 ppm GO + 100 ppm SSL
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	0%GV + 120 ppm GO + 150 ppm SSL
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	2%GV + 0 ppm GO + 100 ppm SSL
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	2%GV + 0 ppm GO + 150 ppm SSL
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	2%GV + 60 ppm GO + 100 ppm SSL
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	2%GV + 60 ppm GO + 150 ppm SSL

a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	2%GV + 120 ppm GO + 100 ppm SSL
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	2%GV + 120 ppm GO + 150 ppm SSL
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	4%GV + 0 ppm GO + 100 ppm SSL
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	4%GV + 0 ppm GO + 150 ppm SSL
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	4%GV + 60 ppm GO + 100 ppm SSL
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	4%GV + 60 ppm GO + 150 ppm SSL
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	4%GV + 120 ppm GO + 100 ppm SSL
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	4%GV + 120 ppm GO + 150 ppm SSL

Elaborado por Alexandra Pungaña, 2011

### 3.5 Población y muestra

**Población.** Pastas alimenticias.

**Muestra.** Harina de trigo (*Triticum vulgare*) nacional de la variedad Cojitambo

Mejoradores : Gluten Vital

Enzima : Glucosa oxidasa

Emulsionante: Estearoil lactilato de sodio

### 3.6. Operacionalización de Variables

#### 3.6.1 Variable Independiente: Elaboración de pastas Alimenticias a partir de trigo nacional

Tabla 4.Operacionalización de la variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Las pastas alimenticias o fideos son productos no fermentados obtenidos por el empaste y amasado mecánico de: sémolas o semolín o harinas de trigo ricos en gluten.	Calidad de las pastas	Calidad del fideo (sedimentación, poder hinchamiento y tiempo de cocción	¿Existen diferencias significativas entre las pastas elaboradas con trigo nacional con mejoradores y las pastas elaboradas con trigo importado?	Mixolab System
	Evaluación Sensorial	Apariencia Color Sabor Textura Aceptabilidad		Hoja de catación

*Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011*

### 3.6.2 Variable Dependiente: Utilización de aditivos y enzimas.



CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Los mejoradores para harinas, son aquellos <a href="#">aditivos</a> añadidos a la <a href="#">harina</a> y al <a href="#">agua</a> que procuran mejorar las cualidades físicas, de elaboración, propiedades organolépticas finales y de conservación de las pastas.</p>	Gluten vital		¿Permitirá el gluten mejorar las características de la harina de trigo nacional para elaborar pastas?	Mixolab Profiler
	Enzima (Glucosa oxidasa)	Tiempo de desarrollo, Absorción de Agua, Debilitamiento, Estabilidad, Viscosidad, Gluten, Retrogradación, Amilasas.	¿Ayudará la enzima al trigo nacional a producir una masa más fuerte y resistente?.	Mixolab Simulator
	Emulsionante (Esteaoril lactilato de sodio)		¿Servirá la adición del emulsionante para lograr suavidad a las pastas elaborado con trigo nacional?	

**Tabla 5.**Operacionalización de la variable dependiente

Elaborado por Alexandra Pungaña, 2011

### 3.7 Recolección de Información

Las técnicas aplicadas para la recolección de información fueron de acuerdo a la observación directa y experimentación que se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones UOITA ubicado en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato mediante el uso del equipo Mixolab System, herramienta profiler y symulator, los resultados experimentales se representaron en anexo F1-9, gracias a las adaptaciones del software con el equipo. Así como técnicas para evaluar la calidad de las pastas, las que se seguirán por los métodos según Arqueros, 2009:

### **Tiempo de cocción**

Se pesan 50 g de muestra de 5 cm de largo, hervir en un recipiente de 600 ml, 500 ml de agua, manteniendo el volumen en el 90 % de su volumen original, se adiciona la pasta al momento que hierve el agua revolviéndola esporádicamente para evitar que se pegue, finalmente inspeccionar el proceso cada minuto hasta que el nervio central se gelatiniza. Esto indica que ha culminado el tiempo de cocción.

### **Determinación de sedimento (Agua de cocción):**

Se extrae primeramente el agua de cocción que se decanta en un vaso de precipitación, secar el decantado alrededor de 20h a 100°C hasta tener un peso constante, pesar finalmente el residuo seco con la finalidad de determinar el porcentaje de pérdida de peso de la pasta.

### **Determinación de la turbidez del agua de cocción (Turbidímetro)**

Se calibra el equipo turbidímetro con una solución en blanco, después colocar las muestras en los recipientes del equipo hasta el nivel indicado, se deja unos minutos hasta observar los valores de turbidez (AU) en el equipo.

#### **Determinación del porcentaje de hinchamiento:**

Para determinar el porcentaje de hinchamiento se pesan 50 gramos de pasta y se somete a cocción por un tiempo de 10 a 12 minutos, se cierne la pasta cocida y se enfría, pesar luego la pasta cocida para finalmente aplicar la fórmula y calcular el % de hinchamiento.

#### **Análisis Microbiológicos.**

E.coli ,Mohos – levaduras y Aerobios totales (Norma INEN 1529-7, ver Anexo 4), se realizó en agares apropiados para el cultivo de cada uno, en diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , los conteos se hicieron a las 48 horas después de la incubación.

### **3.7 Plan de procesamiento de la información**

Una vez recolectada la información, se utilizó el paquete informático Microsoft Office: Word, Excel y Visio. En Word se realizó el escrito; en Excel se tabuló la información útil y se procesó los datos mediante las herramientas del mismo programa informático y en Visio se realizó los diagramas de flujo de los procesos de elaboración del producto.

Para el análisis estadístico, además de utilizar el programa Excel, se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Plus 4.0, el mismo que se encargó de comparar los resultados y obtener gráficos exactos de la variabilidad de los tratamientos. De los resultados estadísticos, específicamente en la tabla de ANOVA se evaluó la aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas para finalmente discutirlo con la prueba de TUKEY a un 5% de significancia.

Los datos se discutieron con el apoyo del marco teórico ya que las normas a utilizarse dan una pauta a las características idóneas para pastas alimenticias, esto sirvió para determinar la calidad de las harinas de trigo nacional porque la calidad de proteína es baja, pero al adicionar aditivos y enzimas se estará proyectando a tener una pasta con las mismas cualidades de una harina importada.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

##### **4.1.1 Caracterización de masas mediante el uso del equipo Mixolab Profiler**

En la tabla A-1 se presentan los promedios de los resultados experimentales de los índices de: absorción de agua, amasado, fuerza de gluten, viscosidad de gel del almidón, resistencia de la amilasa y retrogradación del almidón, obtenidos mediante el empleo del equipo Mixolab Profiler, en muestras de harina de trigo nacional Cojitambo con mejoradores y harina de trigo comercial.

##### **Índice de absorción de agua**

La absorción del agua, representa la cantidad de agua necesaria para alcanzar una máxima consistencia en el amasado. Se encuentra directamente relacionada con la cantidad de pasta que puede ser producida por kilo de harina, depende de la cantidad, calidad del gluten y la dureza del endospermo (Gambarotta, 2004).

La harina de trigo nacional, sin la adición de mejoradores presentó un valor de absorción de 7; y la harina de trigo importado “Luz de América” apta para pastas alimenticias mostró un mismo valor. El resto de harinas preparadas con mejoradores, muestran valores comprendidos entre 6 y 7, según lo establece la tabla A-1.

Según Lallemand (2009), los niveles típicos del índice de absorción de agua de las harinas para pastas se encuentran entre 6 a 7, y al comparar con los tratamientos en estudio se demostraron que se encuentran dentro de estos rangos. Una harina de trigo con menor índice de absorción de agua podría deberse a la variación en el contenido de pentosanos, almidón dañado, contenido proteico y un elevado porcentaje de la humedad de las harinas(Cerda, 2010).

Por lo que, en la tabla C-1 se indica los resultados experimentales de cada uno de los factores y sus respectivas interacciones, donde se observó que al 5% de significancia todas las interacciones tuvieron diferencia significativa por lo que se rechazó la hipótesis nula conllevando así a la prueba de Tukey, la misma que indicó que los tratamientos  $a_2b_0C_1$ ,  $a_2b_0C_2$ ,  $a_2b_1C_1$ ,  $a_2b_1C_2$ ,  $a_2b_2C_1$ , y  $a_2b_2C_2$ , tuvieron un valor similar a la harina de trigo comercial con un índice de absorción de agua de 7.

### **Índice de amasado**

El índice de amasado es la fuerza que ejerce la masa durante el amasado. Durante esta etapa la mezcla de harina y agua, que es una pasta espesa y viscosa; se convierte en masa suave y viscoelástica, caracterizada por tener un tacto seco y sedoso, y fácilmente puede ser extendida como una membrana delgada y continua (Cauvain y Young, 1998).

El índice de amasado de la harina de trigo nacional tiene un valor de 2, mientras que la harina de trigo importado el valor aumentó a 3; en cambio, los demás tratamientos presentaron valores entre 2 y 5,5 según se aprecia en la tabla A-1.

Según Caspari (1977), la formación de la masa se debe a la desintegración de las proteínas de la harina, también a la hidratación como a la propagación del gluten que depende de la superficie de los gránulos de almidón libres, que ayudan a formar una masa viscoelástica.

Por lo tanto, en la tabla de ANOVA C-7, a un nivel de significancia del 5%, no existe diferencia significativa en las interacciones lo que quiere decir que todos los tratamientos son iguales. Los valores del índice de amasado deben ser similares a la harina de trigo importado porque a mayor índice de amasado, mayor será la resistencia de la masa ante una acción mecánica. Si se observa en la tabla A-1, los tratamientos  $a_2b_0c_2$ ,  $a_2b_1c_1$ ,  $a_2b_1c_2$ ,  $a_2b_2c_1$ ,  $a_2b_2c_2$  tienen un valor entre 4.5 - 5.5, los cuales son mayores a los de la harina de trigo importado y al comparar con los rangos establecidos que fueron entre 4 y 5, se presentan como los mejores tratamientos (Pazuña, 2011).

### **Índice de gluten**

Se refiere al tiempo de estabilidad y de desarrollo de las masas. La fuerza depende de la calidad y de la cantidad de las proteínas, dado que la dureza es relativamente independiente de las proteínas (Calaveras, 1996).

La tabla A-1 muestra que la harina de trigo nacional presentó un índice de 3 y la harina importada mostró un índice de 6,0; mientras que el resto de tratamientos están entre 2,5 y 5,5.

Según Carceller y Aussenac (1999), establecen que los principales componentes que determinan la calidad de la harina trigo son las proteínas formadoras de gluten, estas proteínas son las gluteninas y gliadinas. Se considera que las gliadinas le dan extensibilidad y

viscosidad a las masas, mientras que las gluteninas le dan elasticidad y fuerza.

El valor máximo de índice de gluten en una harina de trigo para pastas no debe ser mayor a 7, ya que puede haber demasiados oxidantes o enzimas al momento de elaborar la masa lo que producirá el amarillamiento de la masa por tener una gran cantidad de azúcares por el efecto de las enzimas (Clair, 2010), a partir de lo indicado la harina de trigo nacional se encuentra con un déficit de proteínas en cuanto a las gluteninas y gliadinas pero al adicionar estos mejorantes se elevó del 3 al 5.5, mientras que el valor de índice de gluten de la harina de trigo nacional es de 3, lo cual indica que estas mezclas tendrán mayor estabilidad, viscosidad y fuerza.

Según Cerda (2009), el porcentaje de capacidad de retención de Carbonato de sodio está influenciado por los niveles de almidón dañado ya que los porcentajes óptimos para la utilización de las harinas para la elaboración de pan y pastas se encuentran hasta el 75%, que corresponden a niveles de almidón dañado entre 5,5 – 9,8%. En este estudio, el porcentaje de almidón dañado de la harina de trigo Cojitambo es de 11,5%, es decir que se tiene mayor cantidad de almidón dañado en relación a la harina de trigo importado.

En la tabla C-13 donde se muestra el ANOVA, se identifica que la interacción ABC fue la única que rechazó la hipótesis nula, por tanto al realizar la prueba de Tukey con un nivel de significancia al 5%, los tratamientos  $a_2b_1c_2$ (4%GV+ 60 ppm GO + 150 ppm SSL) y  $a_2b_2c_1$ (4%GV+ 120 ppm GO + 100 ppm SSL), son los que tienen valores aceptables en lo que se refiere al índice de gluten; así se refleja en el gráfico E-3 puesto que el tratamiento  $a_2b_2c_1$  es similar a la harina de trigo importado.



## Índice de viscosidad de gel de almidón

La viscosidad implica un hinchamiento de los gránulos de almidón y es el resultado del aumento de la temperatura en presencia de agua (Bennion, 1969).

Según los resultados obtenidos, la harina importada tuvo un índice de viscosidad de 6,5, mientras que la harina de trigo nacional registró un valor de 2. Los tratamientos con la adición de mejoradores presentan índices entre 1,5 y 3, como se observa en la tabla A-1 y el gráfico E-5.

En la tabla C-19 que corresponde al análisis de varianza del índice de viscosidad de gel del almidón en un nivel de significancia 5%, indicó que no hay diferencia entre los efectos principales y sus interacciones, pero hay que tomar en cuenta que a mayor índice de viscosidad mejor será la maleabilidad de la masa, es por eso que al comparar con la tabla A-1 los tratamientos  $a_2b_0c_1$ ,  $a_2b_0c_2$ ,  $a_2b_1c_1$  y  $a_2b_2c_2$  tienen un índice de viscosidad de 3, los cuales son menores a la muestra patrón que tiene un valor de 6.

Según el Proyecto PHPPF (2009), mientras más alto el índice más viscosa es la masa; sin embargo niveles de viscosidad entre 3 y 4 son adecuados puesto que no afectan en la elaboración de pastas (Panera, 2009). Por ende al adicionar el gluten en la harina de trigo nacional aumentó la viscosidad de gel del almidón, estas diferencias se pueden observar en el gráfico E-5.

Según Clair (2009), el índice de viscosidad de la masa depende de la cantidad de amilasas que existe en la harina ya que al aumentar la cantidad de amilasas disminuiría la viscosidad de la misma, al compararlo con el T16 ( $a_2b_1c_2$ ) y T18 ( $a_2b_2c_2$ ) se tiene valores de 2.5 y 3, esto podría ser por una actividad amilásica débil, demasiado almidón dañado y

pentosanós, sin embargo estos niveles de viscosidad son adecuados, puesto que no afectan a la apariencia de la pasta (Proyecto PHPPF, 2009) por lo tanto todos los tratamientos son aptos para la elaboración de pastas alimenticias.

Cuando la masa llega a cierta temperatura, los fenómenos vinculados a la gelatinización del almidón se vuelven preponderantes y se observa entonces un incremento de la consistencia. La intensidad de este incremento depende de la calidad del almidón y, eventualmente, de los aditivos añadidos como se observó en los tratamientos de investigación (Clair, 2009).

### **Índice de resistencia de la amilasa**

El índice de resistencia de amilasas resulta de la influencia en la viscosidad de la masa; ya que la  $\alpha$  amilasa disminuye rápidamente la viscosidad de la masa del almidón gelatinizado e hidroliza el almidón (Calaveras, 1996). Cuanto más grande sea la disminución de la consistencia, más importante será la actividad amilásica (Mixolab Applications Handbook, 2006).

En la tabla A-1 se observa que la harina importada tiene un índice de amilasa de 8 mientras que en la harina de trigo nacional es 1, al adicionar los mejoradores en la harina de trigo nacional los valores se incrementaron alrededor de 1,5 – 2,0. Clair (2009), manifiesta que mientras más alto es el índice, menos fuerte es la actividad amilásica; por consiguiente, el trigo nacional tiene una fuerte actividad amilásica por lo mencionado anteriormente.

Una harina de trigo para pastas debe tener máximo hasta un 6% de amilasas, si se tiene valores menores a este es por efecto de una actividad amilásica débil, demasiado almidón dañado o por el tipo de

almidón (Clair, 2009). Sin embargo, los valores obtenidos son adecuados ya que no incide en la apariencia de la pasta, según las investigaciones realizadas en mezclas de harinas trigo nacional-trigo importando (Proyecto PHPPF, 2009).

En la tabla C-18 mediante el ANOVA se observa que en ningún tratamiento existió diferencia significativa, por tanto todos los tratamientos se asemejan, sin embargo se destacan en la interacción ABC los tratamientos  $a_2b_1c_2$ , y  $a_2b_2c_1$ .

### **Índice de retrogradación del almidón**

El índice de retrogradación da una información importante sobre el potencial de conservación del producto elaborado (Mixolab Application sHandbook, 2006). Calaveras (1996), menciona que a mayor retrogradación, menor será el tiempo de vida útil.

En la tabla A-1, se observa que los valores de retrogradación se encuentra entre 1,5 y 2; así, la harina nacional sin mejoradores presenta un valor 2, en tanto que la harina importada tiene 7. En el gráfico E-7 se observa que no existe diferenciación alguna entre todos los tratamientos, por tal motivo todos son aptos para la elaboración de pastas ya que tienen una retrogradación lenta y por ende tendrá un tiempo de vida más elevado.

Según Pazuña (2011), indica que a menor índice de retrogradación mayor será el tiempo de vida útil, por lo tanto se indica que los valores de retrogradación de los tratamientos pueden ser los indicados.

#### **4.1.2 Caracterización Farinográfica con el equipo Mixolab Simulator**

En la tabla A-2 se presentan los datos experimentales obtenidos para las variables: absorción de agua, tiempo de desarrollo, estabilidad y debilitamiento de la masa, tanto para muestras de harina de trigo nacional Cojitambo como para harina de trigo importado, así como sus mezclas. A continuación se analizaron estos resultados.

##### **Hidratación**

La hidratación o absorción se refiere a la proporción de agua y harina que da lugar a una masa con características adecuadas para su manejo. El poder de absorción depende de la cantidad, calidad de gluten y la dureza del endospermo (Proyecto PHPPF, 2009).

La harina de trigo nacional sin mejoradores y la harina importada tienen un valor de hidratación del 59% y 61%, respectivamente, en el resto de tratamientos experimentales los valores oscilan entre 58 y 61 %, lo que puede observarse en la tabla A-2.

Según dicha tabla, los tratamientos  $a_1b_1c_2$ ,  $a_2b_0c_1$ ,  $a_2b_1c_2$ ,  $a_2b_2c_1$  y son los mejores, debido a que tiene un valor promedio que alcanzan a la muestra patrón que es del 61%, Calaveras (1996), anuncia que a mayor hidratación el rendimiento de la masa aumentará.

Según Pazuña (2010), los niveles típicos de absorción de harinas para pastas con mejoradores van de 72 a 73% para un mejor rendimiento, y al comparar con los resultados experimentales que oscilaban entre 58 y 61 %, no se encuentran dentro de los rangos anunciados, el efecto de esta disminución podría porque la proteína también tiene la capacidad de absorber agua, además, el porcentaje de humedad influye debido a que a

menor humedad mayor va a hacer la hidratación. Cabe recalcar que la humedad de la harina debe ser menor a 13% (Pazuña, 2010).

Estadísticamente, después del ANOVA se obtuvo que los tratamientos no difieren entre sí, por tanto los tratamientos se asemejan al control, esto quiere decir al adicionar los mejoradores la hidratación no varía.

### **Tiempo de desarrollo de la masa**

Cada harina necesita su tiempo de amasado y el farinograma es útil para determinar este tiempo. La situación del punto más alto de la curva indica el tiempo que puede ser necesario para la elaboración de la masa en condiciones industriales (Grupo Molinero, 2005).

En la tabla C-26 que describe ANOVA indica que no existe diferencia mínima significativa, por tanto todos los tratamientos se asemejan a la muestra patrón, pero al observar la tabla A-2 los valores del tiempo de desarrollo de la masa varían entre 3,25 a 6,0 minutos en todos los tratamientos, por lo que se puede mencionar que el tiempo de amasado se ve afectado por la calidad y cantidad de gluten (Grupo Molinero, 2005).

Según Osorio (2004), los valores de tiempo de desarrollo indican que al utilizar enzimas y aditivos en la harina de trigo como: enzimas (Glucosidasa, alfa-amilasa), oxidantes (Ácido Ascórbico y Azodicarbonamida) y Emulsificantes (Esteaoril Lactilato de Sodio), en dosis hasta 200ppm permiten mejorar el desarrollo de la masa y otras características en el producto final, siempre y cuando se aplique un adecuado tiempo de amasado y este sea corto y controlado. Al comparar con la Tabla A-2 se observa que al aumentar la dosis de la glucosa oxidasa y el emulsificante en una concentración de 120 y 150ppm,

respectivamente, provocó un aumento del tiempo de desarrollo de la masa.

### **Estabilidad de la masa**

La estabilidad hace referencia al tiempo que transcurre hasta que se debilita la masa, e indica también el tiempo de fermentación de la masa. Para trigos fuertes como el durum se necesita mayor estabilidad, en cambio los trigos menos fuertes son menos estables, pero para elaborar pastas es necesaria la utilización de las harinas de trigo fuertes (Clair, 2009).

En la tabla A-2 se presentan valores entre 6 y 17,75 minutos. La harina de trigo nacional sin aditivos, presenta un valor de 9,75 minutos y la harina importada alcanza 13,5 minutos. Los tiempos de estabilidad de la masa de la harina de trigo nacional dependen de la adición de enzimas y aditivos para mejorar la calidad de la harina, de modo que una masa adecuada mantiene la máxima consistencia.

En la tabla C-28 en el Análisis de Varianza, existe diferencia significativa al 5% de significancia; con respecto a la estabilidad de la masa, en cambio en las interacciones dobles y triple no existe diferencia significativa por lo tanto no se realiza la prueba de Tukey, según lo mencionado anteriormente se dice que mientras mayor sea el tiempo de estabilidad mejor va hacer la calidad de la harina. En el gráfico E-9 se observa que los mejores tratamientos son:  $a_1b_2c_1$ ,  $a_2b_0c_1$ ,  $a_2b_0c_2$ ,  $a_2b_1c_1$ ,  $a_2b_1c_2$ ,  $a_2b_2c_2$ .

Calaveras (1996), indica que una estabilidad adecuada para pastas se encuentra alrededor de 12 minutos, esto demuestra que a mayor estabilidad más fuerte será la masa, por consiguiente los tratamientos  $a_2b_1c_2$  y  $a_2b_2c_2$  son los adecuados, ya que tienen una máxima estabilidad.

Por otro lado, la glucosa oxidasa al reforzar el gluten incrementa la estabilidad de las masas (Grupo VILBO, 2004). Además, los emulsionantes dan mayor estabilidad a la masa, mediante la unión de enlaces entre las proteínas y el almidón (Grupo Molinero, 2005); por tanto, al adicionar la glucosa oxidasa y esteaoril lactilato de sodio en diferentes proporciones provoca un aumento de la estabilidad de la masa del tratamiento  $a_2b_1c_1$  hasta 17.75 minutos.

### **Debilitamiento de la masa**

El debilitamiento está representado por la caída de la curva durante un período determinado de amasado; las harinas fuertes darán valores bajos, mientras que las débiles darán valores altos (De La Llave, 2004).

En la tabla A-2, los valores de debilitamiento tienen un rango de 23,5 y 102 UF (Unidades Farinográficas). Por su parte la harina nacional sin mejoradores presenta 80 UF, constituyéndose en una harina de media calidad, mientras que la harina de trigo comercial tiene 46,5 UF que la califica como una harina de buena calidad (De La Llave, 2004).

En el ANOVA de la tabla C-30, se encontró diferencia significativa en los efectos principales, en especial en el gluten vital; en cambio en las interacciones dobles y triple no existe diferencia significativa por lo tanto no se realiza la prueba de Tukey. Según lo mencionado anteriormente, mientras menor sea el índice de debilitamiento mayor será la calidad de la harina como se visualiza en el gráfico E-10. Sin embargo, se selecciona a los tratamientos  $a_2b_0c_1$ ,  $a_2b_0c_2$ ,  $a_2b_1c_1$ ,  $a_2b_1c_2$ ,  $a_2b_2c_1$ ,  $a_2b_2c_2$  estableciendo que la adición de gluten vital disminuye el parámetro de debilitamiento de la masa; puesto que harinas iguales o inferiores a 50 UF son consideradas como harinas de buena calidad (Lascano, 2009).

Cuando la temperatura de la masa aumenta la consistencia disminuye; la intensidad de este debilitamiento depende de la calidad de las proteínas (Clair, 2009). Pulloquina (2010), indica que valores de debilitamiento que oscilan entre 30 a 50 UF, se caracterizan por ser harinas fuertes, de 60 a 90 UF son de calidad media pero valores mayores de 120UF son harinas débiles ya que no resisten una fuerza mecánica alta.

Según Clair (2009), los valores de debilitamiento de la masa para pastas se encuentran entre 0,16 – 0,19 N/m, mientras que los valores del tratamiento 16 y 18 son de 0,08 – 0,10 respectivamente (Anexo F-7 y F-9), por tanto estos tratamientos presentan mayor debilitamiento de las proteínas, esto quiere decir que se podría aumentar el porcentaje de mejoradores, para así tener una mayor fuerza del torque lo que aumentará también la resistencia de la masa.

#### **4.3 Selección de los mejores tratamientos en base a la caracterización reológica de las masas mediante el equipo Mixolab Profiler y Symulator**

Para establecer los mejores tratamientos de harina de trigo nacional aditivados, se aplicó la prueba de Tukey que está diseñado específicamente para situaciones en las cuales los tratamientos son comparados con un grupo referencial o control. Se aplica después de que el análisis de varianza haya determinado rechazar la hipótesis nula (Saltos, 1993).

De acuerdo a la tabla C-23 correspondiente a la hidratación, la tabla de ANOVA indica que no existe diferencia mínima significativa entre los tratamientos a un  $\alpha=0,05$ , en todas las interacciones posibles, por tanto los tratamientos se asemejan al control, esto quiere decir que al adicionar al adicional los mejoradores la hidratación no varía.



Lo que respecta al tiempo de desarrollo, estabilidad y debilitamiento de la masa existe diferencia significativa entre los tratamientos  $a_2b_2c_1$ ,  $a_2b_2c_2$  y  $a_0b_0c_0$ . Estas comparaciones se ilustran de mejor manera en el gráfico E-8, 9,10, y en el Anexo F (figura F-1 hasta la figura F-11) donde constan las representaciones farinográficas de estos tratamientos.

Dichos efectos pueden ser considerados significativos debido al efecto del Gluten vital (GV) y la Glucosa Oxidasa (GO), ya que al aumentar la cantidad de estos aditivos también aumenta la calidad de la proteína (Clair 2009). Además, el estearoil lactilato de sodio ayuda a la estabilidad, conservación, rendimiento y facilitan los enlaces entre las proteínas y el almidón (Popper, 2008). Por consiguiente, esta concentración de aditivos es adecuada ya que las propiedades reológicas de las pastas mejoran, motivo por el cual se necesitó corregir las propiedades de la harina de trigo nacional porque la cantidad de proteínas no es lo suficientemente aptas para obtener una masa elástica homogénea.

De acuerdo a los resultados de la Tabla A-2, los tratamientos  $a_2b_2c_1$  y  $a_2b_2c_2$  tienen una hidratación de 60,75 y 61% respectivamente, un tiempo de desarrollo de 4,5 y 5,25 minutos y una estabilidad de 17,5 y 16,25 minutos y un debilitamiento de 34,5 y 33,5 UF, respectivamente.

Con respecto al equipo Mixolab Profiler, los valores de comparación de los tratamientos correspondientes al análisis de varianza del índice de absorción de agua e índice de gluten, muestran que hay diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95%. La prueba de Tukey, establece que el mejor tratamiento es el  $a_2b_2c_2$  ya que difiere en mayor cantidad en los demás tratamientos.

Por otro lado, haciendo énfasis en los resultados del Equipo Mixolab Simulator se encontraron resultados donde se destacan los tratamientos 16 y 18. El tratamiento 16 pertenece a los niveles  $a_2b_1c_2$ ; es decir, 4 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm estearil lactilato de sodio, en tanto que el tratamiento 18 es el  $a_2b_2c_2$  que contiene 4% de gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm estearil lactilato de sodio.

#### **4.2.1 Caracterización de las pastas realizadas a partir de los mejores tratamientos**

##### **Evaluación de la pasta cocida**

En la pasta cocida, se analizó como influye la adición de aditivos en la harina de trigo nacional, haciendo énfasis en las principales propiedades de cocción en los mejores tratamientos:  $a_2b_2c_1$ ,  $a_2b_2c_2$  y la muestra patrón  $a_0b_0c_0$  llevando a cabo 3 réplicas por tratamiento.

##### **Tiempo de cocción**

El tiempo óptimo de cocción en una pasta es el tiempo necesario para obtener una completa gelatinización del almidón (Obando, 2008). En la gráfica B-11 se aprecia que al incrementar el porcentaje de aditivos aumenta el tiempo de cocción, estableciéndose una relación directamente proporcional.

Se encontró que los tiempos óptimos de cocción para pastas con aditivos son 10.44, 11.98 y 10.35 minutos en los tratamientos  $a_2b_2c_1$ ,  $a_2b_2c_2$  y  $a_0b_0c_0$  respectivamente, identificando de esta manera que el tratamiento  $a_2b_1c_2$  tiene un valor mayor que el tratamiento patrón, en cambio el tratamiento  $a_2b_2c_2$  tiene menor tiempo que la muestra como se observa en la tabla B-26. Por tanto el  $T_{18}$  resulta ser el mejor tratamiento porque se obtuvo un tiempo de cocción menor al tratamiento patrón. Los aditivos

generan la variación del tiempo de cocción ya sea aumentando o disminuyendo el tiempo de cocción (Arroba, 2010).

El tiempo de cocción influye sobre la textura y el sabor de las pastas; si las pastas no quedan bien cocidas, su textura es dura y su sabor es característico de la harina y si el tiempo de cocción es mayor al requerido se desintegran, presentan una textura muy blanda y pegajosa y su color cambia, aspectos considerados desagradables para los consumidores (Obando, 2008).

Las pastas elaboradas con trigo 100% importado presentan el menor tiempo de cocción, debido a que la amilosa presente en sus almidones se encuentra alrededor de un 25% (Proyecto PHPPF, 2009), que beneficia la rápida gelatinización. Además, según los análisis realizados en el Proyecto PHPPF (2010) en fideos comerciales que se consumen en el país, se obtuvo que los tiempos de cocción se encuentran en un rango de 10 y 16 minutos y por lo tanto, los tratamientos evaluados se encuentran dentro de los parámetros.

El tiempo de cocción de la pasta, en la actualidad constituye un parámetro crucial al momento de la elección del consumidor, ya que la ama de casa busca siempre la simplificación de su trabajo en la cocina disminuyendo el tiempo; es decir que al consumidor le gusta que su fideo se cocine lo más rápidamente (Arroba, 2010).

### **Porcentaje de Hinchamiento**

El porcentaje de hinchamiento se relaciona con la capacidad de absorción de agua de cada almidón y que los almidones son insolubles en agua por debajo de su temperatura de gelatinización. Cuando estos gránulos son calentados progresivamente en agua a temperaturas más altas, alcanza un punto donde comienza a hincharse irreversiblemente. Al

hincharse, estos gránulos de almidón aumentan la viscosidad de la pasta, permitiendo saber el poder de hinchamiento de este compuesto (De Bernardi, 2010).

Los resultados que se indican en la tabla B-26 y el gráfico E-12 muestran que al incrementar la cantidad de aditivos, el porcentaje de hinchamiento es mayor estableciéndose una relación directamente proporcional. En este estudio se escogió al tratamiento  $a_2b_1c_2$  (4% de GV, 60ppm de GO y 150ppm de Estearil Lactilato de sodio) como el mejor porque tiene un porcentaje de hinchamiento de 136%, en comparación con la pasta de harina de trigo importado que tiene un valor de 116.67%, esto es recomendable porque una pasta después de la cocción debe tener mayor porcentaje de hinchamiento para aumentar su volumen y disminuir la cantidad de pasta utilizada, ahorrando de esta manera un mayor gasto económico (Martínez, 2009).

Dichos valores pueden deberse a la función del emulsificante, el cual interactúa con el almidón, modificando las temperaturas de gelatinización y la viscosidad. Otro tipo de interacción se produce con las proteínas, ciertos emulsionantes acentúan la red de gluten aumentando el volumen de fideos y otorgando tolerancia a las masas (fabricación, máquinas) así también a la variación de los ingredientes (Pazuña, 2010).

### **Grado de Desintegración**

Obando (2008), establece que durante la cocción de la pasta debe mantenerse su forma sin desintegrarse, mientras son liberadas al agua de cocción pequeñas cantidades de material sólido, estableciendo el grado de desintegración como el principio atribuido de calidad de una pasta.

En la tabla B-27 se indican los resultados físico químicos después de la cocción de la pasta, evidenciándose que el efecto combinado de 4%

de GV, 120 ppm de GO y 150ppm de Esteaoril Lactilato de sodio ( $T_{16}$ ) tiene un valor de 1.10%, el tratamiento con 4% de GV, 120 ppm de GO y 150ppm de Esteaoril Lactilato de Sodio ( $T_{18}$ ) un valor de 1.28% y el tratamiento patrón 1.26% de desintegración, el primero de ellos, al tener una cantidad mínima de desintegración se puede indicar que es de mejor calidad ya que no pierde mayormente los sólidos de la pasta durante la cocción.

Según Bernardi (2010), una proteína débil o discontinua permite la liberación de grandes cantidades de exudado durante la gelatinización del gránulo de almidón lo cual se ve reflejado en la cantidad de sólidos liberados en el agua de cocción. Por ello el trigo, con alto porcentaje de gluten, es usado en la fabricación de pastas; debido a que presenta un menor porcentaje de desintegración en el agua de cocción (Martínez, 2010).

Por lo tanto, los valores altos de grado de desintegración pueden estar dados por la disminución de la calidad de la proteína, por ende mientras menor sea el grado de desintegración de una pasta mejor será la calidad de la misma, entonces se registró al valor de 1.10% para el tratamiento  $a_2b_1c_2$  como el mejor tratamiento.

### **Porcentaje de Sólidos totales**

El porcentaje de sólidos totales es la cantidad de material residual extraído de la pasta después de la cocción (Arroba, 2010). En la tabla E-27 se observa los valores promedios del porcentaje de sólidos totales o extracto seco.

El tratamiento  $a_2b_1c_2$  tuvo un valor de 4.4%/100g, mientras que el tratamiento  $a_2b_2c_2$  presentó un valor de 5.1%/100g y  $T_0$  5.0%/100g de muestra, para obtener estos resultados se obtuvo una ecuación lineal la

que relacionó al porcentaje de sólidos totales versus el valor de turbidez del agua de cocción de las pastas obteniéndose la siguiente ecuación  $\%ST = 0.0007(\text{Turbidez}) + 0.015$ , esta ecuación indica que existe una relación directamente proporcional ya que mientras aumenta el porcentaje de sólidos totales incrementa también la turbidez del agua como se observa en el gráfico B-1.

Los valores de sólidos totales de tratamiento 16 fue 4.4%/100g como se indica en el gráfico E-14 presentando una turbidez del agua de cocción de 975.3AU (Unidades de Absorbancia), a partir de lo indicado se puede señalar que la cantidad de sólidos incrementa la turbidez, por tanto una pasta con una menor cantidad de sólidos totales tendrá una agua de cocción no turbia lo cual agrada al consumidor (Proyecto PHPPF, 2010).

Bergman (1996), determina que el uso de bajas temperaturas para el secado de las pastas incrementa las pérdidas de los sólidos por cocción, por lo que en la experimentación, las pastas se secaron a una temperatura ambiente de 18 a 20°C, durante 24 horas hasta alcanzar una humedad alrededor de 11%, sin embargo, estos valores coinciden con los obtenidos con la muestra patrón.

Según Arqueros (2009), las pastas elaboradas con 100% de harina de trigo importado tienen un valor de extracto seco de alrededor de 7 – 8%, comparando con los mejores tratamientos se tiene que los valores oscilan entre el 4 – 5% como se observa en la B-27, demostrando que se encuentran por debajo del rango establecido, lo que indica entonces que las muestras presentan una textura definida con poca degradación de los sólidos presentes.

## **Porcentaje de humedad**

El porcentaje de humedad permitido en una pasta seca no debe ser superior al 13%, por lo que se asegura un mayor tiempo de vida útil y la seguridad de que a futuro no se presenten problemas de la presencia de mohos y acidez (INEN 1375, 2000).

Al observar la tabla B-4 se aprecian valores del porcentaje de humedad tanto de la harina de trigo importado como también de los tratamientos 16 y 18, los cuales son los siguientes: 12.1, 11.34 y 9.35% respectivamente, dichos valores se encuentran dentro de la normativa anteriormente expuesta, por consiguiente el tiempo de vida útil de los fideos no tendrá inconveniente.

## **Análisis microbiológico**

Los análisis microbiológicos realizados para pasta con adición de mejorantes en el tratamiento T<sub>16</sub> (4% de GV, 120 ppm de GO y 150ppm de SSL) cumple con los requisitos establecidos por la norma INEN 1375 (tablas B-13,14) porque en el conteo total de Aerobios mesófilos resultó 0UFC, siendo su límite máximo de 100000 UFC para pastas, esto indica que la harina se mantuvo en condiciones ambientales adecuadas para la elaboración de la misma.

Con respecto a Mohos y levaduras el resultado también fue 0UFC a pesar que su límite máximo es 500UFC, esto indica que los valores de humedad de la harina fueron menores al 13%, lo que representa que las condiciones de almacenamiento del producto fueron adecuadas y con respecto a coliformes totales resultó un valor de 0UFC a pesar que su límite máximo es 100UFC.

Para el T<sub>18</sub> (4% de GV, 120 ppm de GO y 150ppm de SSL) en Aerobios mesófilos resultó un valor de 3999UFC de 100000UFC que indica la norma, esto significa que no hubo en mayor cantidad una proliferación de microorganismos; con respecto a mohos y levaduras se tuvo un valor de 2001UFC de 500UFC, esto quiere decir que hubo un mínimo aumento de microorganismos en el proceso de elaboración del producto; y en los coliformes totales tuvo un valor de 0UFC de 100UFC, esto indica que no hubo contaminación de desechos orgánicos.

#### **4.3 Análisis organoléptico de las pastas de los mejores tratamientos.**

Se denomina análisis organoléptico al conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos receptadas por uno o más de los sentidos humanos (Saltos, 1993).

Se presentaron 3 muestras simultáneamente, el tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub> y a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>c<sub>2</sub> que corresponden a las pastas de harina de trigo nacional y la pasta de harina de trigo importado a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>, con el fin de establecer comparaciones entre los mismos; para ello, se aplicó el diseño experimental de bloques, a partir de ello se realizó el ANOVA para identificar si hay aceptación o rechazo por los catadores, posteriormente se aplicó la prueba de Tukey que es útil para establecer similitud entre tratamientos experimentales con un tratamiento referencial o control.

#### **Color**

La coloración es un atributo de calidad, referente al aspecto visual que presenta la pasta (Martínez, 2011). Para la evaluación de este atributo se empleó una escala estructurada correspondiente a 1 “marrón intenso” y 5 “blanco” obteniéndose las siguientes calificaciones 4, 3 y 4 puntos/5 puntos para los tratamientos a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub>, a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub> y a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>c<sub>2</sub>, respectivamente (gráfico E-17).



Los resultados del análisis de varianza indica que el efecto de los tratamientos influye significativamente en la coloración a un nivel de significancia del 0.05% (Tabla D-1, Anexo D). Además, mediante la prueba de Tukey se observa que los tratamientos elaborados con harina de trigo nacional difieren del tratamiento control a un nivel de significancia de 0.05% y se establece como mejor tratamiento al  $a_2b_2c_2$  con una calificación de 4/5 puntos, debido a que presenta un color crema ligero, indicando que no existe la adición de huevo, ni colorantes.

### **Apelmazamiento**

El apelmazamiento hace referencia al grado de soltura de la pasta al visualizarla (Martínez, 2011). Este atributo fue evaluado mediante una escala hedónica estructurada que va en un rango desde 1 “muy pegados” a 5 “muy sueltos”, obteniéndose para los tratamientos  $a_0b_0c_0$ ,  $a_2b_1c_2$  y  $a_2b_2c_2$  los siguientes valores promedio: 3, 3, 3 puntos/5 puntos, respectivamente, como se visualiza claramente en el gráfico E-18.

En la tabla B-27 se observa que los tratamientos elaborados con harina de trigo nacional no presentan diferencia significativa, designándose entonces a que todos los tratamientos son buenos ya que se presentan en un nivel intermedio (ni muy sueltos ni muy pegajosos) con relación a los fideos elaborados con harina de trigo comercial.

### **Firmeza**

La firmeza es la resistencia de la pasta cocida al masticarla (Martínez, 2011). Para su correspondiente valoración se empleó una escala hedónica comprendida entre 1 “muy duro” a 5 “muy suave”; los valores que corresponden a la firmeza en todos los tratamientos son aproximadamente 3 puntos/5 puntos como se observa en el gráfico E-19. Mediante el análisis de varianza (tabla D-6) se evidencia que no existe

diferencia significativa entre los tratamientos, lo que indica que todas las pastas tienen la misma firmeza.

Por tanto, según los resultados obtenidos se puede mencionar que las pastas elaboradas presentan una firmeza adecuada con un valor de 3 puntos/ 5 puntos que significa que no se presentan ni duros ni suaves después de la cocción.

### **Pegajosidad**

La pegajosidad es la fuerza con la que la superficie de la pasta se adhiere la lengua (Martínez 2011).

Los datos fueron obtenidos mediante una escala hedónica estructurada que va desde 1 “muy pegajoso” a 5 “nada pegajoso; estableciendo como mejor tratamiento a  $a_2b_1c_2$ , el cual presentó una mínima diferencia significativa con respecto al control; obteniéndose valores de 4puntos/5puntos ( $T_0$ ) y 4puntos/5 puntos ( $T_{16}$ ). La relación que existe entre los aditivos y la pegajosidad es que mientras aumenta la cantidad de aditivos, la pegajosidad también va aumentando, estableciendo una relación directamente proporcional como se presenta en el gráfico E-20.

A partir de lo indicado, el tratamiento  $a_2b_1c_2$  resulta ser una pasta poca pegajosa después de la cocción, en comparación con el tratamiento control por tener resultados similares. Este atributo brinda al consumidor mayor aceptabilidad, ya que las personas prefieren un fideo definido y suelto, que un fideo que al momento de cocción pierda su con textura y forme una masa discontinua (Martínez, 2011).

## **Aceptabilidad**

La aceptabilidad es el grado de conformidad que tiene cada uno de los consumidores (Martínez, 2011). Para la evaluación de este atributo se empleó una escala hedónica estructurada de 5 puntos que va desde 1 “desagrada mucho” a 5 “agrada mucho” obteniéndose como resultado lo siguiente: 3, 4 y 4 puntos/5 puntos, en los tratamientos  $a_2b_2c_2$ ,  $a_2b_1c_2$  y  $a_0b_0c_0$ , respectivamente.

Mediante el análisis de varianza en la tabla D-9 se observó que el efecto de la adición de aditivos y enzimas en los tratamientos influye significativamente en el atributo de aceptabilidad a un nivel de significancia de 0.05%; mientras que la prueba de Tukey evidencia que el tratamiento  $a_2b_1c_2$  con un valor de 4 puntos no difieren significativamente del control, como se observa en el gráfico E-21.

Según Martínez (2011), indica una pasta debe ser muy aceptable y apetecible para el consumo de las personas, para ello el valor adecuado debería estar entre 4 – 5 puntos, el tratamiento  $a_2b_1c_2$  se aproxima a lo indicado ya que según la escala hedónica muestra que el nivel 4 indica que la pasta agradó a los catadores.

### **4.4 Selección y evaluación del mejor tratamiento en base a la evaluación sensorial**

Mediante la evaluación sensorial se estudiaron 5 parámetros de calidad: color, apelmazamiento, firmeza, pegajosidad y aceptabilidad en una escala hedónica estructurada que va de 1 a 5 puntos/5 puntos, como se indica en el Anexo G-2.

Es importante mencionar que mediante el análisis de varianza se aprecia que no existe diferencia significativa en los tratamientos en cuanto

al atributo del apelmazamiento y firmeza, en cambio en los atributos del color, pegajosidad y aceptabilidad existe diferencia mínima significativa por tanto se realizó Tukey para las características indicadas con un nivel de significancia del 0,05%.

Por lo que, se determinó como mejor tratamiento el  $a_2b_1c_2$ , el cual está conformado por 4% de Gluten vital, 60ppm Glucosa Oxidasa y 150ppm de Estearil lactilato de sodio, debido a que en la mayoría de los parámetros presenta menor o ninguna variación con respecto al tratamiento control ( $a_0b_0c_0$ ), estas pastas tienen un color crema intenso, no son ni sueltos ni pegajosos, no son suaves ni duros, presenta poca pegajosidad y agradan al consumidor. Esto demuestra que al adicionar mejoradores a las pastas, las propiedades sensoriales mejoran significativamente.

### **Costos de producción**

Se planteó el balance de costos para la formulación del mejor tratamiento  $a_2b_1c_2$  (4% GV, 60ppm GO y 150ppm de SSL).

Según Alvarado (2010), para un estudio económico a escala industrial se parte de 24 kg de materia prima que se obtienen alrededor de 26.23Kg de pasta. El costo de los materiales directos e indirectos, equipos y utensilios, suministros, mano de obra e imprevistos, es de 78.57 dólares que dividido para 200 g. por funda, el costo determinado será de 0.65ctvs de dólar, como se puede apreciar en la tabla B-25.

Sin embargo, al compararlo con los fideos que se expenden en los mercados, como por ejemplo, los fideos Sumesa cuya funda de 200g cuesta 0.65ctvs, se observa entonces que no hay variación entre el precio de los fideos comerciales con el fideo elaborado, considerando también la

parte nutricional de la harina de trigo nacional ya que contiene mayor cantidad de fibra (Proyecto PHPPF, 2010).

La elaboración de este novedoso producto no solo significa reducción de precios, sino que también se verían favorecidos los pequeños agricultores de trigo de nuestro país; incentivando así la producción de este cereal.

#### **4.5 Verificación de hipótesis**

Mediante el análisis estadístico realizado a través del Diseño experimental A\*B\*C se obtuvo el análisis de varianza para cada parámetro en el equipo Mixolab Profiler y Simulator para la comprobación de las siguientes hipótesis:

##### **Hipótesis nula**

La utilización de aditivos y enzimas en la harina de trigo nacional no mejora la calidad de las pastas alimenticias.

Ho: T1 = T2 = T3= .....=T36

##### **Hipótesis alternativa**

La utilización de aditivos y enzimas en la harina de trigo nacional mejora la calidad de las pastas alimenticias.

Hi: T1 ≠ T2 ≠ T3≠.....≠T36

**TABLA 6. Valores de Fisher (F) obtenidos en el Diseño Experimental**

<b>Parámetros</b>	<b>Valor Fisher calculado</b>	<b>Valor Fisher tablas</b>
Índice de Gluten	5.87	2,964

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

Para determinar el mejor tratamiento se realizó la prueba de ANOVA para comparar el  $F_{\text{calculado}}$  con  $F_{\text{tablas}}$ , si el  $F_{\text{calculado}}$  es mayor que el  $F_{\text{tablas}}$  se rechaza la hipótesis nula.

Para los factores como el Índice d Gluten, la hipótesis nula se rechaza, por tanto se acepta la hipótesis alternativa: la utilización de aditivos y enzimas en la harina de trigo nacional mejora la calidad de las pastas alimenticias, y para saber la calidad de los fideos con aditivos se realizó la prueba de Tukey, para el índice de gluten tal como se indica en la tabla 6.

Después de realizar la prueba de Tukey los tratamientos que resultaron ser los mejores fueron las muestras que tienen: 4% de Gluten vital + 60ppm de Glucosa Oxidasa + 150ppm de Estearil Lactilato de Sodio y 4% de Gluten vital + 120ppm de Glucosa Oxidasa + 150ppm de Estearil Lactilato de Sodio ya que estas mostraron mejores características reológicas similares a la muestra de harina de trigo importado (Luz de América).

Asimismo, estos tratamientos fueron corroborados por el análisis sensorial donde sus características resultaron similares y en algunos casos mejor que la pasta elaborada con harina de trigo importado. Por esta razón el tratamiento 16 resultó ser el mejor no solo por su bajo costo si o también por obtener las mejores características fisicoquímicas y sensoriales.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Para mejorar las características reológicas y físico químicas de las pastas alimenticias elaboradas a partir de harina de trigo nacional se utilizó aditivos como Gluten vital, Estearil Lactilato de Sodio y la Glucosa Oxidasa, para ello se realizó diferentes formulaciones que varían indistintamente el porcentaje de cada aditivo, los mismos que resultaron ser mejorantes de la harina puesto que el Gluten vital aumenta la cantidad de proteína en las harinas, la Glucosa Oxidasa fortalece el gluten contribuyendo positivamente a la elasticidad de la masa y el Estearil Lactilato de Sodio que interactúa con los aminoácidos de las proteínas que sirven para dar elasticidad y extensibilidad de la masa lo que incrementa la tolerancia del trabajo mecánico.
- Se analizó el comportamiento reológico de las masas de harina de trigo nacional con aditivos, mediante el equipo Mixolab herramienta Profiler, indicando valores de índices entre 1 a 9, en el caso del índice de gluten estos valores variaron entre 3 – 5.5, lo que indica que mientras más alto este valor más fuerte es la harina, en tanto que el índice de absorción de agua mantuvo el valor de 7 al igual que la harina de trigo importado lo que significa que es beneficioso en cuanto al rendimiento de la pasta; en cambio, el índice de amilasas alcanzó un valor de 1 a 2 lo que demuestra una fuerte actividad enzimática, en la viscosidad los valores se encuentran de 2 a 3 lo que revela que la masa tuvo un grado de viscosidad bajo; y en la retrogradación se tiene valores de 2 lo que implica mayor tiempo de vida útil. Por tanto, estos resultados a pesar de ser menores que la harina de trigo importado no afectan en la calidad al elaborar los fideos.

- El comportamiento de las masas de harina se identificó a través del equipo Mixolab System, herramienta Mixolab Symulator, observando que las masas con harina de trigo nacional fueron mejorando a medida que el porcentaje de aditivos aumentó, en el caso de hidratación de agua incrementó de 58 a 61% y el tiempo de desarrollo de la masa tuvo un valor de 3.25 minutos a 6.0 minutos, en la estabilidad de la masa los valores varían de 6.0 minutos a 17.75 minutos, estos valores fueron adecuados ya que mientras más estable sea la masa más fuerte será la harina; y en cuanto al debilitamiento de la masa los valores disminuyen de 102 a 23.5UF, esta disminución demuestra que a medida que se adiciona los aditivos en la masa de harina de trigo nacional se vuelve más fuerte.
- Se determinó los mejores tratamientos de harina destinada para pastas alimenticias mediante un análisis estadístico de las evaluaciones reológicas de las masas, aplicando un diseño experimental A\*B\*C siendo el factor A – Gluten Vital (GV) con un nivel de 0,2 y 4%, factor B – Glucosa Oxidasa (GO) con 0, 60 y 120ppm y factor C – Estearil Lactilato de Sodio (SSL) con 100 y 150ppm, donde por medio de la prueba de ANOVA se determinó los valores del índice de gluten obtuvieron una diferencia significativa y mediante la prueba de Tukey resultó que los dos mejores tratamientos son el  $a_2b_1c_2$  que contiene 4%GV + 60ppm GO +150ppm de SSL y  $a_2b_2c_2$  que contiene 4%GV + 120ppm GO + 150ppm de SSL.
- Se evaluó la calidad sensorial de las pastas elaboradas con los dos mejores tratamientos y su comparación con un control (pasta de harina de trigo importado), en cuanto al color de las pastas varió desde un crema intenso a crema ligero, esto significa que este parámetro es ideal para las pastas; en lo que respecta al apelmazamiento no se encuentran ni pegajosos ni sueltos lo que



demuestra que la pasta después de la cocción serán manejables; en la firmeza las pastas no son ni suaves ni duras lo que indica que tienen un punto de cocción ideal y finalmente la aceptabilidad varió en el tratamiento 18 puesto que ni agrada ni desagrada en cambio en los tratamientos 16(a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub>) y control agrada, esto demuestra que las pastas elaboradas son agradables al paladar del consumidor.

- Se caracterizó físico y químicamente los dos mejores tratamientos mediante los análisis de humedad, tiempo de cocción, porcentaje de hinchamiento, grado de desintegración, índice de sedimentación y extracto seco, en cuanto al tiempo de cocción estos tratamientos presentaron valores alrededor de 10,5 minutos, siendo un tiempo ideal para pastas; en cuanto al porcentaje de hinchamiento se obtuvo 136 y 126.67% obteniendo un adecuado rendimiento; el grado de desintegración de 1.10% y 1.28%, indica que la estructura de la pasta permanece firme; en cuanto a los sólidos totales presentes en el agua de cocción de la pasta fueron escasos; la humedad de la pasta seca estuvo alrededor de 11.34 a 9.35%. Con respecto a los análisis microbiológicos: mohos y levaduras, coliformes y aerobios mesófilos se encuentran dentro de los rangos establecidos según la Norma INEN 1375 (Pastas Alimenticias o Fideos)
- Se determinó el costo de producción del mejor tratamiento (4% GV + 60ppm GO + 150ppm SSL) a partir de 20Kg de harina, llegando a un costo final de producción de \$78,57, tomando en cuenta la materia prima, personal, depreciaciones (suministros, equipos y utensilios), y el 5 % de imprevistos, llegando finalmente a un costo unitario de 0.65ctvs por los 200g de pasta, este precio será accesible para el consumidor y por ende puede competir con otras marcas líderes en el mercado como son Sumesa y Don Vittorio que se encuentran alrededor \$0.95 a \$1.50por los 400g de pasta.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a los molineros utilizar harina de trigo nacional añadiendo mejoradores para disminuir la cantidad de importaciones del trigo importado que es materia prima indispensable para generar harina panera, fidelera y pastelera, generando fuentes de trabajo en industrias afines.
- Se considera no adicionar más de 60ppm de Glucosa Oxidasa y 150ppm de Estearil Lactilato de Sodio ya que al aumentar la cantidad de aditivos aumenta también la viscosidad del producto final por tanto, la viscosidad deberá ser la ideal para que los fideos se cocinen fácilmente.
- Es importante controlar el valor del índice de gluten en una harina de trigo para pastas ya que no debe ser mayor a 7, porque puede haber demasiados oxidantes o enzimas al momento de elaborar la masa, lo que producirá el amarillamiento al tener una gran cantidad de azúcares por el efecto de las enzimas.
- Se recomienda analizar el porcentaje de almidón dañado en las harinas de trigo antes de elaborar cualquier producto, ya que mientras mayor porcentaje de almidón dañado menos fuerte va a ser el trigo, si esto ocurre se lo debe enriquecer con los aditivos estudiados (Gluten vital, Glucosa oxidasa y Estearil lactilato de sodio) para que sean aptos para pan y pastas.

## **CAPÍTULO VI**

## PROPUESTA

### 6.1. DATOS INFORMATIVOS

**Título:** Estudio de las propiedades reológicas de la harina de trigo nacional (4% de Gluten Vital + 60ppm de Glucosa Oxidasa + 150ppm de Estearil Lactilato de sodio) con la adición de huevos de gallina en polvo para la elaboración de fideos tipo macarrón

**Institución Ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).

**Beneficiarios:** Agricultores, Sector molinero, Industria de pastas Alimenticias.

**Ubicación:** Ambato – Ecuador

**Tiempo estimado para la ejecución:** 6 meses

**Inicio:** Septiembre 2012.

**Final:** Marzo 2013.

**Equipo técnico responsable:** Egda. Alexandra Pungaña, Ing. Alexandra Lascano.

**Costo:** \$ 928,76

### 6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Los mercados actuales son cada día más rigurosos con la calidad de los productos que se comercializan; por lo cual es necesario investigar nuevas tecnologías en conjunto con la cadena agroalimentaria, tanto en el cultivo de trigo, como también en la producción de harina para sus diferentes utilidades (Jiménez, 2007).

En año 2009, hubo un incremento del costo de la harina trigo por ende el precio de los derivados de la harina de trigo se elevaron (pan, pastas, galletas, pasteles, etc.), y por esta razón el gobierno nacional impulsa a los agricultores a cultivar en mayor porcentaje el trigo nacional para de esa manera minimizar el uso del trigo importado (MAGAP, 2010).

En Ecuador, los pobladores que consumen alimentos son más exigentes, por ejemplo en las pastas alimenticias las personas prefieren los fideos que tengan menor tiempo de cocción y apariencia aceptable (Peña, 2009).

Las propiedades del huevo son muy diversas tanto en la yema como en la clara, y ofrecen múltiples posibilidades de utilización en la cocina en función de las cualidades fisicoquímicas u organolépticas que se requieran para cada receta. Características como adhesiva, espumante, aglutinante, clarificante, coagulante y gelificante, colorante, emulsionante, aromatizante y espesante, entre otras, hacen al huevo, imprescindible en multitud de recetas que requieren de su intervención para aportar sus propiedades funcionales características (Becher, 1965).

Según Villanueva (2011), el huevo puede utilizarse como colorante, el mismo que aporta los pigmentos, además brinda una capacidad aromatizante por la yema. Esta propiedad es igualmente apreciada en la fabricación de pastas alimenticias (macarrones, raviolis, etc.) y en repostería.

Según el estudio realizado, las pastas elaboradas con harina de trigo nacional aditivada con Glucosa Oxidasa al 60 ppm, gluten al 4% y estearil lactilato de sodio con una concentración de 150ppm, tienen características fisicoquímicas y sensoriales similares a las pastas elaboradas con harina de trigo importado, por lo que se pretende trabajar con este tratamiento con la adición de huevos de gallina en polvo.

De no realizarse este estudio, no se emplearía los aditivos y enzimas para mejorar la calidad de la harina de trigo nacional, los agricultores no cultivarían trigo, debido a que el trigo importado es de mejor calidad con respecto a su cantidad y calidad de gluten, el costo de los subproductos de la harina trigo importado (pan, fideos y galletas) seguirían aumentando y no se reducirían los grandes volúmenes de trigo importado.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

En el 2009, se ha visto la disminución de importaciones de trigo por un alza de precios en saco de trigo, hace un año atrás, el gobierno nacional aprobó la aplicación inmediata, para que lo molineros adquieran trigo nacional para los diferentes procesos industriales (FAO, 2010a).

Las pastas constituyen uno de los alimentos más consumidos por el pueblo ecuatoriano. Debido al alto costo de la harina de trigo importado, se ha visto la necesidad de buscar nuevas tecnologías para emplear la harina de trigo nacional con la adición del huevo ya que esta le brinda el color amarillo al producto final y también aumenta su valor nutricional (FAO, 2010a).

Este proyecto de investigación radica en que al analizar diferentes aspectos reológicos y de textura de la masa de trigo nacional debido a la adición de gluten, enzima y emulsionante, sus resultados sean aceptables, buscando así, la viabilidad de uso de harina de trigo nacional

en la elaboración de fideos, además se espera que la incorporación del huevo en la mezcla de harina de trigo nacional, permita obtener una pasta con características fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales superiores a las pastas elaboradas exclusivamente de la harina de trigo.

Con el desarrollo de este producto se estará incentivando a los agricultores que cultiven en mayor porcentaje el trigo nacional, además las empresas destinadas a la elaboración de productos derivados del trigo se beneficiarán porque el costo del quintal de la harina de trigo nacional es bajo en comparación con la harina de trigo importado; los más favorecidos de este producto serán los pobladores puesto que es un producto con un alto porcentaje de nutrientes.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 General:**

- Estudiar las propiedades reológicas de la harina de trigo nacional (4% de Gluten Vital + 60ppm de Glucosa Oxidasa + 150ppm de Estearil Lactilato de sodio) con la adición de huevos de gallina en polvo para la elaboración de fideos tipo macarrón

### **6.4.2 Objetivos Específicos:**

6.4.2.1 Analizar el comportamiento reológico de las harinas de trigo nacional con aditivos y huevo de gallina, utilizando el equipo Mixolab System.

6.4.2.2 Identificar el comportamiento de las masas de harina mediante el análisis de absorción de agua, tiempo de desarrollo, estabilidad y debilitamiento de la masa a través del equipo Mixolab System, herramienta Mixolab Symulator.

6.4.2.3 Establecer el mejor tratamiento de harina destinada para pasta alimenticia mediante un análisis estadístico.

6.4.2.4 Determinar la textura del mejor tratamiento de fideos mediante el Texturómetro para alimentos

6.4.2.5 Caracterizar las propiedades físico-químicas y microbiológicas en el mejor tratamiento de fideos con trigo nacional.

6.4.2.6 Evaluar el valor nutritivo de fideos elaborados con harina de trigo nacional por medio de un análisis proximal.

6.4.2.7 Determinar el tiempo de vida útil de los fideos con adición del huevo de gallina

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Con el objetivo saber el impacto económico que ocasionaría elaborar pastas alimenticias con cierto porcentaje de huevo de gallina en polvo, se realizará el análisis de factibilidad, involucrando en ello, la materia prima, los equipos y utensilios, los suministros y el sueldo de los trabajadores.

La investigación previa demuestra que el tratamiento con 4% de Gluten Vital + 60ppm de Glucosa Oxidasa + 150ppm de Estearil Lactilato de sodio se asemeja a la pasta elaborada con harina de trigo importado y es la misma que se toma como mejor formulación.

El análisis económico se realiza con el fin de saber si el producto será accesible para todo público y además para saber si competirá en el mercado como producto de novedosos. Hay que recalcar que el precio

deberá ser rentable para la empresa, produciendo ganancias y no pérdidas, que provoque el decaimiento de la misma.

Para determinar el costo de producción, se establece que el nivel de producción llega a 24 Kg por día o parada según sea el pedido, de allí se considera los materiales directos e indirectos (harina, gluten, Glucosa Oxidasa, Estearil Lactilato de Sodio, Huevos y Agua) con un valor de 21,74, a más de ello se considero equipos y utensilios, suministros y personal como se observa en la tabla 7, llegando a un costo unitario (200g.) de 0,68ctvs.

**Tabla 7. Costos de producción de 24 kg de fideos para fundas de 200 g**

Rubros	Valor (\$)
1. Materiales directos e indirectos	21,74
2. Equipos y Utensilios	4,36
3. Suministros	34,18
4. Personal	18,11
SUBTOTAL (\$)	78,38
Imprevistos (5%)	3,91
TOTAL (\$)	82,29
Costo de producción unitario (200 g)	0,68

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

## 6.1. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA

Las pastas alimenticias son productos obtenidos mediante desecación de una masa no fermentada confeccionadas con: harinas finas, sémolas o semolinas que proceden del trigo duro (*Triticum durum*) o trigo candeal (*Triticum vulgare*) y agua potable. Notable diferencia con el pan: no hay fermentación. El producto intermedio de la molienda (sémola, agua, sal) se le añade opcionalmente otros compuestos saliendo al mercado de las formas más diversas (Arqueros, 2009).



Los huevos de gallina tienen una elevada riqueza en minerales, proteínas y vitaminas, alta digestibilidad (97%) y mínimo contenido de colesterol, el consumo de huevos de gallina resulta indicado para niños, adultos y ancianos o personas convalecientes (Arcos, 2010).

Además, concentra altísimas proporciones de vitaminas A, D, C, E, B1 y B2 esenciales para el desarrollo infantil y recomendadas para el período posmenopáusico. Además, posee también propiedades antialérgicas, es recomendado en las dietas de personas que sufren de arteriosclerosis o hipertensión arterial (Arcos, 2010).

Las aplicaciones gastronómicas de los huevos de gallina son múltiples. Una vez hervidos y descascarados, se pueden servir para acompañar aperitivos, cocteles, pizzas y arrollados. Su comercialización está dirigida a un mercado en crecimiento con gran potencial ya que se puede llegar a vender en grandes cantidades a países consumidores como Estados Unidos, México, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Chile, Brasil y la Comunidad Europea (Diario El Comercio, 2010).

Los huevos de gallina ayudan en los alimentos a dar: aroma, color, actúan como agente emulsificante, aglutinante y antioxidante, especialmente en las pastas, al actuar como emulsionante ayuda a la textura de la pasta dando una mayor suavidad, porque el huevo contiene lecitina que es un agente emulsificante óptimo (Pérez y col., 2010).

La adición de huevo en polvo en porcentaje de 6 a 7% en los fideos mejora las propiedades reológicas de la masa ya que disminuye el tiempo de mezclado, aumenta la capacidad de absorción de agua y fortalece el gluten; y al actuar como emulsionante aporta consistencia, color más uniforme, aumenta la vida útil del producto final y la hace más nutritiva (Pérez y col, 2010).

## **Método para la obtención de las pastas alimenticias**

En el Gráfico 8 se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración de pastas alimenticias con adición del huevo de gallina en polvo:

**Recepción.-** La harina se transporta desde la zona agrícola hasta la industria de transformación, donde se le realizan controles de calidad y se almacena.

**Pesado.-** En la utilización de mezclas de harinas, es necesario precisar los pesos de las formulaciones con el objeto de determinar los rendimientos.

**Mezclado.-** La harina se mezcla y amasa con agua en la amasadora, siempre en la misma proporción, hasta conseguir una masa con un nivel de hidratación homogéneo.

La mezcla se lleva a cabo en mezcladoras totalmente automáticas y herméticas para evitar la formación de burbujas de aire y limitar las reacciones de oxidación.

La duración del amasado es aproximadamente 10 minutos. La masa es la misma para todos los tipos de pasta: spaghetti, macarrones, lasaña, lacitos, estrellitas, fideos.

**Extruido, moldeado y corte.-** La masa se conduce a un molde, cuyo interior tiene forma cónica, para que la cuchilla que lo recorre corte la pasta con un ángulo diferente a 90°, así se logra que los macarrones tengan los extremos puntiagudos.

Se consigue que los macarrones estén huecos gracias a un molde salpicado de pequeñas perforaciones del diámetro de un macarrón.

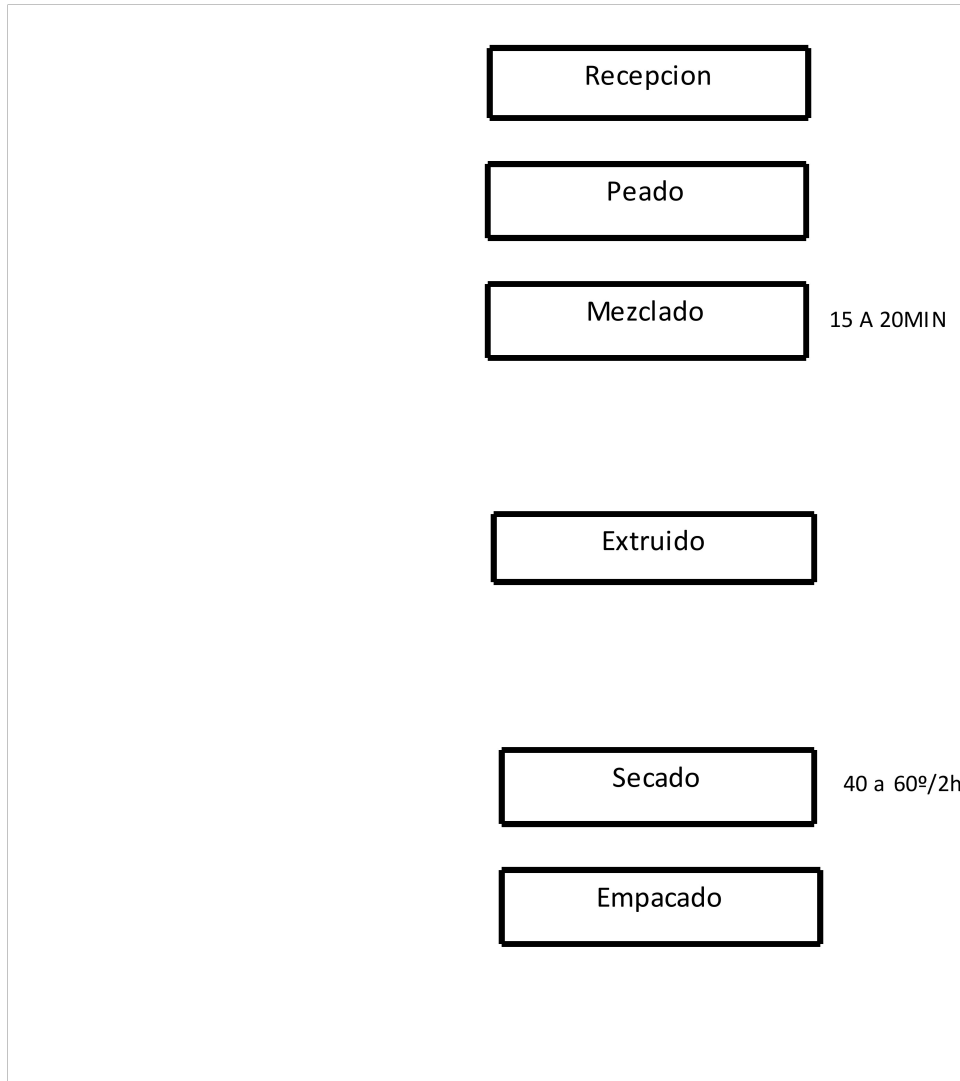
Dentro de cada una de ellas hay un cilindro que se encuentra sujeto en los extremos; al pasar la masa a través de estas perforaciones el cilindro obstaculiza su camino reteniendo parte de la masa.

**Secado.**- Los macarrones se depositan en tamices rodantes en continuo movimiento sobre los que reposan. La pasta se somete durante horas a corrientes de aire caliente en unas condiciones de humedad y temperatura controladas, para cada fase del secado, por un sistema informático.

**Empacado.**- Al terminar el secado, los macarrones se recogen en unas cubetas que los elevan hasta la máquina dosificadora, que va liberando la cantidad exacta que se incluirá en cada paquete.

**Almacenado.**- El producto se almacena en lugares secos, bien ventilados y sobre lugares que garanticen una buena circulación de aire, con un apilamiento máximo de 1 metro de altura.

**Gráfico 8. Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de pastas alimenticias con adición del huevo de gallina**



Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

### **Análisis de la reología.**

Dependiendo de la forma de los fideos, las propiedades reológicas requeridas van cambiando, pero no de forma drástica. Lo importante es saber medir estas propiedades en la masa para determinar los valores óptimos que permitan obtener un producto final de calidad (Jiménez, 2007).

La absorción del agua, representa la cantidad de agua necesaria para alcanzar una máxima consistencia en el amasado. Se encuentra

directamente relacionada con la cantidad de pasta que puede ser producida por kilo de harina, depende de la cantidad, calidad del gluten y la dureza del endospermo(Jiménez, 2007).

El tiempo de desarrollo de la masa, es el tiempo necesario para alcanzar la máxima consistencia. En una harina fuerte, este período puede ser largo y está relacionado con la calidad del gluten o también con la velocidad de absorción de agua.La estabilidad, es el intervalo de tiempo durante el cual la masa mantiene la máxima consistencia.

Existen adicionalmente otras propiedades reológicas de las masas que caracterizan a las pastas (producto terminado), como son el debilitamiento de la proteína, gelificación del almidón, entre otras.

La textura de los fideos es un criterio de calidad muy importante que puede afectar el procesamiento, envasado, almacenamiento y manipulación 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 (Castro, 2003).

## **6.2 METODOLOGÍA. Modelo Operativo**

En la Tabla 8, se presenta el modelo operativo de la propuesta en donde se indica el objetivo de la investigación, para llevar a la misma a un resultado confiable.

### 6.3 Metodología

**Tabla 8.** Modelo Operativo (Plan de acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto (dólares)	Tiempo (días)
1. Formular la propuesta	Buscar información acerca del uso de aditivos para la harina de trigo nacional	Revisión bibliográfica.	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	95,00	30
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Analizar la factibilidad de la propuesta.	Estudio de los parámetros reológicos y comprobación de datos experimentales	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	500,00	45
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta.	Elaboración de Fideos	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	200,00	60
4. Evaluación de la propuesta	Verificar los puntos de control en el proceso y comprobar el cumplimiento de los parámetros planteados en la propuesta.	Análisis económico.	Investigador	Humanos Económicos	133,76	45

**Elaborado por:** Alexandra Pungaña, 2012.



## 6.2. ADMINISTRACIÓN

La administración de la propuesta se llevará a cabo bajo el siguiente planteamiento en la Tabla 9:

**TABLA 9. Administración de la Propuesta**

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Características reológicas de masas de mezclas de harinas y propiedades organolépticas de los productos.	No se conoce las proporciones adecuadas del huevo de gallina y aditivos para la elaboración de fideos	Elaborar un producto de buena calidad.  Abrir un nuevo mercado de producción.  Aportar a la población con un producto nutricional	Controlar los parámetros reológicos de la materia prima.  Realizar análisis microbiológicos y físico – químicos en el producto final.  Determinar el tiempo de vida útil de los fideos con la adición del huevo de gallina.	Investigadora  Alexandra Pungaña

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2012.



### 6.3. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La previsión de la evaluación plantea la toma de decisiones oportunas que permitan mantener la propuesta de solución, mejorarla, modificarla, suprimirla o sustituirla, la que se simplifica en la Tabla 10, así:

**TABLA 10. Previsión de la Evaluación**

Preguntas básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	El consumidor Final
¿Por qué evaluar?	Porque se necesitan alimentos más nutritivos.
¿Para qué evaluar?	Para corregir los errores, si existieran en algún lugar del proceso o dentro de las formulaciones respectivas. Para establecer el mejor tratamiento, desarrollando entonces una nueva formulación para mejorar a la calidad de los fideos con harina de trigo nacional con la adición del huevo de gallina.
¿Qué evaluar?	La tecnología utilizada Materias primas Los parámetros reológicos Producto terminado (análisis de la calidad)
¿Quién evalúa?	El investigador El director de investigación
¿Cuándo evaluar?	Durante la elaboración de los fideos y después de la cocción de la misma.
¿Cómo evaluar?	La reología lo evaluaremos con la utilización de equipo Mixolab Profiler , Mixola System, e instructivo adecuado para analizar fisicoquímico para analizar el producto.
¿Con qué evaluar?	Con los manuales instructivos de cada equipo de análisis. Normas establecidas.

**Elaborado por:** Alexandra Pungaña, 2012.

### **4.3 BIBLIOGRAFÍA**

Agro Panorama. 2010. "Producción Mundial del Trigo 2011-2012". Disponible en:<http://www.agropanorama.com/news/Produccion-Mundial-de-Trigo.htm>. Consultado el 05 de Octubre del 2011.

Antogenelli, C.1980. "Tecnología de los cereales de trigos nacionales. Madrid – España. Segunda edición. Págs: 186-205.

Alvarado, D. 2010. "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos". Radio Comunicaciones. Quito – EC. Págs. 382 – 395.

Arqueros, V. 2009. "Cómo optimizar el Control de Calidad de Pastas: Materias Primas y Producto Terminado". GRANOTEC Argentina.

Arcos, M. 2010. Demandas de calidad de trigo a nivel mundial, disponible en <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/trigo01.pdf>, obtenida el 09/05/2011.

Axomas. 2010. "La clasificación de Trigo según sus características de calidad". Buenos Aires. Argentina, Disponible en: [http://www.axomas.com.ar/backoffice/publicaciones/3\\_Clasificacion\\_del\\_trigo.pdf](http://www.axomas.com.ar/backoffice/publicaciones/3_Clasificacion_del_trigo.pdf). Consultado el 08 de Octubre del 2011.

Becher P, 1965, "Principles of Emulsion Technology", First Edition, Am. Chem. Soc. Monograph No. 162, New York.

Bennion E., 1969, "Fabricación de pan" 4ta Edición, Editorial Acribia Zaragoza-España, Pág 105.

Bernardi, L., (2010), "Fécula de Mandioca", Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Pesca y Alimentos, Argentina. <http://webcache.googleusercontent.com>.

CAN. 2009. Ecuador comercio exterior. Disponible en: [http://www.magap.gob.ec/sinagap/charts/swf/comercio\\_exterior1.swf](http://www.magap.gob.ec/sinagap/charts/swf/comercio_exterior1.swf). Consultado el: 31 de Octubre del 2011.

Carceller, J.L., and T. Aussenac. 1999. "Accumulation and changes in molecular size distribution of polymeric proteins in developing grains of

hexaploid wheats: role of the desiccation phase". Aust. J. Plant Physiol. 26  
Págs: 301-310.

Caspari, E. W. 1977 "Avances en genética" academic press pág. 2-6

Castelli, E. 2002. "Ensayos comparativos del sustituto de bromato de potasio para su uso en panificación" Universidad del Centro Educativo latinoamericano Rosario Argentina. Invenio volumen 5 número 008., Pág. 133-140.

Castro, S. 1995. "Utilización de harina de Quinoa en la elaboración de Fideos". Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. Pag. 12-16

Cauvin, S. y Young, L. 1998. "Fabricación del Pan". Editorial Acribia. Zaragoza-España. Págs:4-10, 333-337.

Cerda, Liliana. Estudio de las propiedades funcionales de las proteínas de harinas de maíz, cebada, quinoa, papas, trigo nacional e importado para orientar su uso en panificación y pastas. Tesis FCIAL-UOITA-PHPPF. 2010.

Chan H, Mei L. 2010. "La Calidad de Fideos Afectados por Almidones de Cereales Diferentes". Journal of Food Engineering. Vol. 97. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=6&hid=24&sid=b0ba0790-3fa9-463d=bb3a2a4398d5e075%40sessionmgr4&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=45583622> .Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Chang, H. C., Wu, L. 2008, "Evaluación de la Textura y Propiedades de la Calidad de Fideos Chinos de Huevo Fresco Formulados con Algas Verdes (*Monostroma nitidum*) en Polvo". Journal of Food Science, Vol. 73. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?>

vid=4&hid=24&sid=b0ba0790-3fa9-463d=bb3a2a4398d5e075%40sessionmgr4&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=34643948.Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Chang H, Chen H, Hu H. 2011. "Cambios en la Textura de los Fideos de Huevo Fresco Formulados con Polvo de Algas y Sustitución total o Parcial de Sepia Pasta". Journal of Texture Studies.Vol. 42. Disponible en: [http://web.ebscohost.com/ehost/results?sid=b0ba0790-3fa9-463d=bb3a-2a4398d5e075%40sessionmgr4&vid=7&hid=24&bquery=\(Changes+%26amp%3bquot%3bin%26amp%3bquot%3b+Texture+of+Fresh+Egg+Noodles+Formulated+with+seaweed+powder+AND+total+OR+partial+replacement+of+Sepia+Pasta\)&bdata=JmRiPWE5aCZsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzaXRIPWVob3N0LWxpdmU%3d](http://web.ebscohost.com/ehost/results?sid=b0ba0790-3fa9-463d=bb3a-2a4398d5e075%40sessionmgr4&vid=7&hid=24&bquery=(Changes+%26amp%3bquot%3bin%26amp%3bquot%3b+Texture+of+Fresh+Egg+Noodles+Formulated+with+seaweed+powder+AND+total+OR+partial+replacement+of+Sepia+Pasta)&bdata=JmRiPWE5aCZsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzaXRIPWVob3N0LWxpdmU%3d). Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Cho S, Lee J, Rhee CH. 2010. "Estudio de las cualidades de cocción de un horno microondas al cocinar fideos instantáneos".International Journal of Food Science & Technology. Vol. 45. Disponible en: [http://web.ebscohost.com/ehost/results?sid=b0ba0790-3fa9-463d=bb3a-2a4398d5e075%40sessionmgr4&vid=7&hid=24&bquery=\(Changes+%26amp%3bquot%3bin%26amp%3bquot%3b+Texture+of+Fresh+Egg+Noodles+Formulated+with+seaweed+powder+AND+total+OR+partial+replacement+of+Sepia+Pasta\)&bdata=JmRiPWE5aCZsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzaXRIPWVob3N0LWxpdmU%3d](http://web.ebscohost.com/ehost/results?sid=b0ba0790-3fa9-463d=bb3a-2a4398d5e075%40sessionmgr4&vid=7&hid=24&bquery=(Changes+%26amp%3bquot%3bin%26amp%3bquot%3b+Texture+of+Fresh+Egg+Noodles+Formulated+with+seaweed+powder+AND+total+OR+partial+replacement+of+Sepia+Pasta)&bdata=JmRiPWE5aCZsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzaXRIPWVob3N0LWxpdmU%3d) . Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Chopin Technologies. 2006. "Mixolab Applications Handbook: Rheological and Enzymatic Analysis". Villeneuve-Francia.

Clair, 2009. Innovaciones para molinería y panadería. Chopin Technologies. Cartagena.

Combelli, R. 1952. "Fabricación de fideos y otras pastas alimenticias". José Montesó Editor. Barcelona-España. Págs: 53-75.

Coronel, J., Rivadeneria, M., Urbano, J., Díaz, & Abad, S. (1993). INIAP – Cojitambo 92 Variedad de Trigo para el Austro Ecuador. Disponible: <http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/3703/1/T-ESPE-031370.pdf>. Consultado: 06-11-2011.

Dhital S, Katawal, Shrestha S, Ashok K, 2010. "La Formación de Almidón Resistente Durante el Procesamiento y Almacenamiento de los Fideos Instantáneos", International Journal of Food Properties, Vol. 13, Disponible en: [http://web.ebscohost.com/ehost/results?sid=b0ba0790-3fa9-463d-bb3a-2a4398d5e075%40sessionmgr4&vid=8&hid=24&bquery=\(Changes+&=amp%3bquot%3bin%2camp%3bquot%3b+Texture+of+Fresh+Egg+Noodles+Formulated+with+seaweed+powder+AND+total+OR+partial+replacement+of+Sepia+Pasta\)&bdata=JmRiPWE5aCZsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzaXRIPWVob3N0LWxpdmU%3d](http://web.ebscohost.com/ehost/results?sid=b0ba0790-3fa9-463d-bb3a-2a4398d5e075%40sessionmgr4&vid=8&hid=24&bquery=(Changes+&=amp%3bquot%3bin%2camp%3bquot%3b+Texture+of+Fresh+Egg+Noodles+Formulated+with+seaweed+powder+AND+total+OR+partial+replacement+of+Sepia+Pasta)&bdata=JmRiPWE5aCZsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzaXRIPWVob3N0LWxpdmU%3d) , Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Diario el Universo. 2010. Importancia del cultivo del trigo en Ecuador. disponible en <http://www.eluniverso.A8ECBCC4A08937DB8A548983F00.html>. Obtenida el 11/04/2011.

Diario Manabita, 2007. Ecuador difiere por seis meses importación del trigo. Disponible en: <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/49989-ecuador-difiere-por-seis-meses-importacion-del-trigo/>. Consultado: 10 de Noviembre del 2011.

Diario el Comercio, 2010. Potencial del huevo de gallina en la alimentación. Disponible en: <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi->

ecuador/49989-ecuador-difiere-por-seis-meses-importacion-del-trigo/. Consultado: 10 de Noviembre del 2011.

De La Llave, A. 2004. "Efecto de la adición de fibra soluble sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación". Tesis Licenciatura. Ingeniería de Alimentos. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Mayo. Pág. 36-45

De Bernardi, L., 2010, "Fécula de Mandioca", Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Pesca y Alimentos, Argentina. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com>.

Dobraszczyk, B.J., Morgenstern, M. 2003. Rheology and breadmaking process. J. Cereal Sci. 38:102-107.

El Ciudadano, MAGAP entrega semilla certificada de trigo, quinua y lenteja, disponible en [http://www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10370:magap-entrega-semilla-certificada-de-trigo-quinua-y-lenteja&catid=1:actualidad&Itemid=42](http://www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=10370:magap-entrega-semilla-certificada-de-trigo-quinua-y-lenteja&catid=1:actualidad&Itemid=42), obtenida el 21/01/2011

Énfasis Alimentación Latinoamérica. 2009. "Publicaciones Técnicas". Disponible en: [http://www.alimentacion.org.ar/index.php?view=article&catid=38%3Apublicaciones-especializadas&id=1301%3Apor-una-mejor-calidad-panadera&format=pdf&option=com\\_content&Itemid=56](http://www.alimentacion.org.ar/index.php?view=article&catid=38%3Apublicaciones-especializadas&id=1301%3Apor-una-mejor-calidad-panadera&format=pdf&option=com_content&Itemid=56). Consultado el 5 de Octubre 2011.

FAO, 2010a. La FAO distribuye semillas de trigo. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en:

<http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/26414-es.html>.

Consultado: 05-10-2011

FAO, 2010b. “Producción del trigo”. Departamento Económico y Social. Disponible en: [www.fao.org/docrep/010/ah876s/ah876s03.htm](http://www.fao.org/docrep/010/ah876s/ah876s03.htm). Consultado el 5 de Octubre 2011.

Ferré B, 2010. Esteorillactilato de sodio'. Noticias, artículos y novedades sobre las artes blancas. Disponible en: <http://blog.ferreconsulting.com/tag/esteoril-lactilato-de-sodio/>

Feillet, P. (1984), “Conocimiento Actual Sobre Bioquímica de la Calidad Culinaria de las Pastas”. Montpellier: INRI. Pág. 551-556

Granito, M. *et al.*, 1998. Revista técnica de Ingeniería. Volumen 21. “Elaboración de pastas a partir de la sustitución de sémola de trigo por materias primas subutilizadas”. Universidad Simón Bolívar. Estado Miranda-Venezuela. Pp 9

Gambarotta, L. 2004. Caracterización de las fracciones de harina de trigo pan. Análisis de las propiedades físico-químicas y reológicas de las fracciones de harina de trigo pan. Obtenidas en el molinoexperimentalBühler MLU-202. Disponible en [http://www.ub.edu.ar/investigaciones/tesinas/119\\_gambarotta.pdf](http://www.ub.edu.ar/investigaciones/tesinas/119_gambarotta.pdf). Obtenida el 09/04/2011.

García Lamothe, A. 2004. Manejo de la fertilización con nitrógeno en trigo y su interacción con otras prácticas agronómicas. Serie Técnica 144. INIA La Estanzuela. pp 58.

George I, Peterson S Carriere C, Maneepun S. 2005. “Las Propiedades Reológicas, Texturales y Sensoriales de Fideos Asiáticos que contiene



Fibra de Avena Hidrocoloide, FoodChemistry. Vol. 90. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=17&hid=127&sid=067989a4-84b9-4a9b-bb59-fd7120d0b42e%40sessionmgr113&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=66770839>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Granito, M. Torres A. Guerra M. 2003. "Desarrollo y Evaluación de una Pasta a Base de Trigo, Maíz, Yuca y Frijol". Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=17&hid=127&sid=067989a4-84b9-4a9b-bb59-fd7120d0b42e%40sessionmgr113&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=65026021>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Granito, M. Ascanio V. 2009. "Desarrollo y Transferencia Tecnológica de Pastas Funcionales Extendidas con Leguminosas". Universidad Simón Bolívar. Caracas – Venezuela. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=17&hid=127&sid=067989a4-84b9-4a9b-bb59-fd7120d0b42e%40sessionmgr113&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=65025838>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Grupo Molinero. 2005. "Alveógrafo de Chopin". Obtenido on line en [http://www.grupomoliner.com.ar/grupo\\_moliner\\_alveograma.htm](http://www.grupomoliner.com.ar/grupo_moliner_alveograma.htm)

Grupo Vilbo, 2004. "Mejoradores para panificación". Obtenido on line en [http://www.alimentariaonline.com/imprimir\\_notas.asp?did=964](http://www.alimentariaonline.com/imprimir_notas.asp?did=964)

Hatcher D, Bellido G, Dexter J, Anderson M. 2008. "Investigación de los Parámetros Uniaxial de Relajación de Esfuerzos para Caracterizar la Textura de Fideos Alcalinos Amarillo con trigo duro y comunes". Journal of Texture Studies. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/results?sid=7bccc33a->

41a6:498f=8d0b294f9bcd18c2%40sessionmgr14&vid=6&hid=14&bquery=%28Research+Uniaxial+Relaxation+Parameters+of+efforts+to+characterize+the+texture+Yellow+Alkaline+Noodles+from+durum+wheat+AND+common

%29&bdata=JmRiPWE5aCZkYj1mdWEmZGI9YnVoJmRiPWhqaCZkYj1zaWgmZGI9YndoJmxhbmc9ZXMmdHlwZT0wJnNpdGU9ZWhvc3QtbGI2ZQ%3d%3d , Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Hernández N, 2011. Factores Genéticos y Bioquímicos que afectan a la fuerza y extensibilidad del gluten del trigo. Instituto de enseñanzas e Investigación de Ciencias Agrícolas. Disponible en: [http://www.aestaley.com/NR/rdonlyres/evnxzjrftig7yr2c4t4kfsjcofxd4t5fkrllzc5qx73b6tfairwdvra3jtcdrzfqb2rz3csw65gzl7i3r3soedwnyt5b/Espanol\\_Proteinas\\_de\\_Trigo.pdf](http://www.aestaley.com/NR/rdonlyres/evnxzjrftig7yr2c4t4kfsjcofxd4t5fkrllzc5qx73b6tfairwdvra3jtcdrzfqb2rz3csw65gzl7i3r3soedwnyt5b/Espanol_Proteinas_de_Trigo.pdf). Consultado el 10 de Noviembre 2011.

Hui L, Te L, Wei C, Gui L, Eizo T. 2003. "Influencia de la fermentación natural en las características fisicoquímicas de los fideos de arroz". International Journal of Food Science & Technology, Vol. 38. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/results?sid=7bccc33a-41a6-498f-8d0b-294f9bcd18c2%40sessionmgr14&vid=6&hid=14&bquery=%28Research+Uniaxial+Relaxation+Parameters+of+efforts+to+characterize+the+texture+Yellow+Alkaline+Noodles+from+durum+wheat+AND+common>

%29&bdata=JmRiPWE5aCZkYj1mdWEmZGI9YnVoJmRiPWhqaCZkYj1zaWgmZGI9YndoJmxhbmc9ZXMmdHlwZT0wJnNpdGU9ZWhvc3QtbGI2ZQ%3d%3d. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Hoseney, C., (1991), "Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales", ACRIBIA; Zaragoza-España. Pág. 269-274

INIAP. 2003. Nueva Variedad de Trigo Harinero para el Sur del Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones

Agropecuarias. Disponible: <http://www.preduza.org/3.htm>. Consultado: 06-11-2011.

INIAP, 2008. Folleto divulgativo de la variedad de trigo INIAP –Cojitambo 92. Programa Cereales. Quito – Ecuador.

INIAP. 2010. Nueva variedad de trigo de alto rendimiento entregará el INIAP para el austro ecuatoriano. Disponible en: <http://www.elmercurio.com.ec/244345-nueva-variedad-de-trigo-de-alto-rendimiento-entregara-el-iniap-para-el-austro-ecuadoriano.html>. Consultado el 29-10-2011.

Jaramillo, L. 2011. “Producción de trigo duro (*Triticum durum*) como materia prima para la producción de pastas”. Proyectos Agropecuarios. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/42762810/Trigo-Estudio-de-Mercado>. Consultado el 05 de Octubre del 2011

Jiménez, J. 2011. “Importación de cereales en Ecuador”, Molinos del Atlántico. Disponible en: [http://molinodelatlantico.com/de\\_interes\\_14-Entrada\\_masiva\\_de\\_harina\\_de\\_trigo\\_procedente\\_de\\_Ecuador\\_denuncia\\_Fedemol\\_de\\_la\\_Andi](http://molinodelatlantico.com/de_interes_14-Entrada_masiva_de_harina_de_trigo_procedente_de_Ecuador_denuncia_Fedemol_de_la_Andi). Consultado el 05 de Octubre del 2011.

Kovacs M, Woods B, Khan K. 2004. “Estabilidad Térmica de la Proteína de Gluten de Trigo: y su Efecto sobre las Propiedades de la Masa y la Textura de Fideos”. Journal of Cereal Science, Volume 39. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/results?sid=7bccc33a-41a6-498f-8d0b-294f9bcd18c2%40sessionmgr14&vid=11&hid=14&bquery=%28Research+Uniaxial+Relaxation+Parameters+of+efforts+to+characterize+the+texture+Yellow+Alkaline+Noodles+from+durum+wheat+AND+common%29&bdata=JmRiPWE5aCZkYj1mdWEmZGI9YnVoJmRiPWhqaCZkYj1za>

WgmZGI9YndoJmxhbmC9ZXMmdHlwZT0wJnNpdGU9ZWVhc3QtbGl2ZQ%3d%3d. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Lallemand. 2009. "Enzimas en Harina". Revista Baking Update. Vol. 1. N°18. México D.F.- México. Obtenido on line en <http://www.lallemandmexico.com/pdf/LBU-01-15.pdf>

Lan Y, Hui L, Qiang CH, Li T. 2008. "Efecto de la Fermentación Espontánea en las Propiedades Físicas de Almidón de Maíz y Características Reológicas de la Pasta de Almidón de Maíz", Journal of Food Engineering, Vol. 85. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=25&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f=8d0b294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=JmxhbmC9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=26834221>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Lascano, A. 2010. "Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales: cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*), trigo (*Triticum vulgare*) y tubérculo: papa (*Solanum tuberosum*) nacionales con trigo (*Triticum vulgare*) importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias" Tesis de grado. FCIAL.UTA. Pág. 70-73, 82-115.

Lee S, Bae I, Jung J, Jang K, Kim Y, Lee Hyeon. 2008. "Los Efectos Del Alginato en las Propiedades Fisicoquímicas, Textura en la Masa de Harina Trigo para Elaborar Fideos". Journal of Texture Studies. Vol. 39. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=27&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f=8d0b294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=JmxhbmC9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=33407712>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Lezcano, E. 2009. "Alimentos Argentinos". Dirección de Industria Alimentaria y Agroindustrias. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r\\_46/cadenas/Farinaceos\\_Pastas\\_alimenticias.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_46/cadenas/Farinaceos_Pastas_alimenticias.htm). Consultado el 05 de Octubre del 2011

Ling CH, Bee M, Darryl S. 2011. "Los Efectos de la Fécula de Patata Acetilado y Carboximetilcelulosa de Sodio en la Calidad de Fideos instantaneos Fritos". FoodHydrocolloids, Vol. 26. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=29&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f=8d0b294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=64855849>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Lu Z, Li L, Min W, Wang F, Tatsumi E. 2005. "El efecto de la fermentación natural de las propiedades físicas de harina de arroz y las características reológicas de los fideos de arroz". International Journal of FoodScience&Technology, Vol. 40. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=22&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f=8d0b294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=18574120>, Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Martínez, H. 2009. "Calidad Tecnológica de las Pastas Frescas Preparadas con Sémola de Trigo Duro (*T. durum L*) y Harina de Trigo (*T. aestivum L.*)". Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición Vol. 59 N° 1. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=18&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f=8d0b294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0>

ZT1laG9zdC1saXZI#db=a9h&AN=23115529. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Marchese, P. 2011. "Los Sitios de La Cocina de PasqualinoMarchese". Disponible en: [http://www.pasqualinonet.com.ar/las\\_harinas.htm](http://www.pasqualinonet.com.ar/las_harinas.htm). Consultado el 08 de Octubre del 2011

Martínez, V. 2011. "Estudio de la sustitución parcial de harina de Trigo, por dos tipos de harina de Zanahoria blanca ( *Arracacia xanthorrhiza*), en la calidad de la pasta". Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. Ambato- Ecuador.

Morales, C y Villagrán, F. 1978. "Optimización de mezclas farinológicas de maíz y trigo en panificación". Tesis N° 03, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos – Ecuador.

Mejía, 2005. Metodología de la Investigación. México. McGraw-Hill. Interamericana de México. S.A de CV.

Mazatlán, S. 2011. Incrementa México Producción y Exportación de Trigo. Disponible en: <http://www.hoytamaulipas.net/notas/40573/Incrementa-Mexico-produccion-y-exportacion-de-trigo.html>. Consultado: 29-10-2011.

Mixolab Applications Handbook. "Rheological and Enzymatic Analysis". 2006. Chopin Technologies. Francia.

Miranda, R. 2004. "Actividad de las amilasas en panificación" Artículo Técnico. Pág. 4-6 Disponible en: <http://www.alfa-editores.com/alimentaria/NovDic%2004/TECNOLOGIA%20Amilasas%20en%20Panificac%20.pdf>

Nogara Silvio, (1964), "Elaboración de pastas alimenticias", Séptima Ed. Barcelona. Pág 34-45

Norma INEN. NTE INEN 1375-2000. "Pastas Alimenticias o Fideos. Requisitos". Primera Revisión.

Obando M, 2008. "Pasta adicionada con harina de Amarantho: digestibilidad y capacidad antioxidante". Tesis de grado para optar por el grado de Maestría en Ciencias en Desarrollo de productos Bióticos. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. México – México. 105pp

Park Ch, Kang Ch, Jeung J, Woo S. 2011. "Influencia de las variaciones alélicas y gluteninas en la calidad del pan de molde blanco y fideos con sal a partir de variedades de trigo de Corea". Euphytica Vol. 180. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=36&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f=8d0b294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=54121061>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Parson, D. 2009. Manuales para Educación Agropecuaria.". Ed. Trillos. Vol. México. P. 60.

Pazuña, M 2011. Estudio del efecto de mejoradores de harina en el desarrollo de masas para la elaboración de pastas con sustitución de harinas de quinua (*Chenopodium quinua*) y papa (*Solanum tuberosum*). Tesis FCIAL-UOITA-PHPPF. 2011.

Peña. J. 2009. "La harina de trigo convertida en pasta". Disponible en: <http://www.articuloz.com>

Popper L, Mühlenchemie G. 2008. Enzimas – Las mejores amigas de las harinas. Alemania. Disponible en:<http://www.muehlenchemie.de/downloads-expertenwissen/mc-enzyme-popper-esp.pdf>. Consultado el: 31-10-2011.

Pulloquina, M. 2011. Estudio del efecto de glucoxidasas y alfa amilasas en la elaboración de pan con sustitución parcial de harina de papa (*Solanum tuberosum*). Tesis FCIAL-UOITA-PHPPF. 2011.

Proyecto PHPPF. 2009. “Desarrollo de Mezclas Farináceas de Cereales (maíz, quinua y cebada) y papas ecuatorianas como sustitutos parciales del trigo importado para la elaboración de pan y fideos”. UTA-SENACYT.

Quesada, A. 2011. “Plantean duplicar producción nacional de trigo”. Diario el Comercio. Disponible en: <http://elcomercio.pe/edicionimpresa/html/2008-04-11/plantean-duplicar-produccion-nacional-trigo-hasta-2011.html>. Consultado el 05 de Octubre del 2011.

Revista Panadera, #18, 2009, Buenos conocimientos Técnicos para Aprovechar las Oportunidades del 2010” Panera Ediciones S.A.C., Lima Perú.

Rhim, J, Kim, J, Kim, H. 2010. “Efectos de la *Rehmannia (Jiwang)* polvo sobre las Propiedades de los Fideos de harina de trigo Coreanos”, Italian Journal of Food Science, Vol. 22. Disponible en:<http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=41&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f=8d0b294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=49192322>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.



Rivadeneira *et al.* 2003. Programa de Cereales. Estación Experimental Santa Catalina, Panamericana sur km 14, Iniap. Quito, Ecuador. Disponible: [cereales@pi.pro.ec](mailto:cereales@pi.pro.ec). Consultado: 06-11-2011.

Sabanis D., Dokastakis G., (2004), "New formulations for the Production of Pasta (lasagna) Products Enriched with Chickpea Flour", *J Sci Food Agric*, pág.66-73.

Saifullah, R, Abbas A, Yong Y, Tze L, Azhar E, 2009. "Efecto de la Pulpa de Banano y la Harina de Cáscara en las Propiedades Fisicoquímicas y Digestibilidad in Vitro de Fideos Amarillos Alcalinos". *International Journal of Food Sciences & Nutrition*, Vol. 60. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=48&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f-8d0b-294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=44192430>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Saltos H., 1993, "Diseño Experimental". Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos". UTA. Ambato –Ecuador, Pág. 43-55.

Shiau, S. 2004. "Efectos de los Emulsionantes en las Propiedades Reológicas de la Masa y la Textura de los Tallarines Extruidos", *Journal of Texture Studies*, Vol. 35. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=43&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f-8d0b-294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=62110212>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Supawadee CH, Prisana S. 2010. "Efecto en Tratamiento Hidrotérmico de harina de arroz en la calidad diferentes fideos", *Journal of Cereal Science*. Vol. 51. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=45&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f-8d0b->

294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zd  
C1saXZl#db=a9h&AN=50983042. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Tejero, F. 2009. El Gluten en la Panadería. Madrid (España). Disponible  
en: <http://www.franciscotejero.com/tecnica/harinas/el%20gluten.htm>.  
Consultado el: 31-10-2011.

Torres, A. Rodríguez M. Guerra M. y Granito M. 2009. “Factibilidad  
Tecnológica de Incorporar Germen Desgrasado de Maíz en la Elaboración  
de Pasta Corta”. Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y  
Bioquímicos, Caracas – Venezuela. Disponible en:  
[http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=50&hid=14&sid=7bccc33a-  
41a6-498f-8d0b-  
294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zd  
C1saXZl#db=a9h&AN=43205633](http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=50&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f-8d0b-294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=43205633). Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Ulloa, C. Castro E. 2001. “Propiedades reológicas de suspensiones de  
gluten de trigo a distintos niveles de concentración y temperatura”.  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de  
Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile,  
Santiago de Chile.

Vega, 2009. “Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades  
funcionales, Universidad Tecnológica de la Mixteca. Disponible en:  
[http://www.utm.mx/edi\\_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf](http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf).  
Consultado el 08 de Octubre del 2011

Villanueva, 2011. Información sobre el Huevo. Consultado el 10-02-2012.  
Disponible en:  
<http://www.villanuevadelduque.com/empresas/granjansguia/huevo.htm>

Wikipedia 2011. Triticum. Pastas alimenticias. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum>. Consultado el: 16 de diciembre del 2011.

Wittig, E, Serrano L, Bunger A, Soto D, López L, Hernández N, Ruales J, 2009. "Optimización de una Formulación de Espaguetis Enriquecidos con Fibra Dietética y Micronutrientes para el Adulto Mayor". Instituto de Investigaciones para la Industria de Alimentos. Instituto de Investigación Tecnológica, Quito Ecuador. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=56&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f-8d0b294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=65068733>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Yong, Y. Abbas, A. Bin, R. Azhar, E. 2011. "Efecto de la Cocción sobre las Propiedades Físicas y Sensoriales de los Tallarines Frescos Amarillos Preparado por la Sustitución Parcial de Harina de Trigo con Proteína de Soja Aislada". International Journal of Food Sciences & Nutrition, Vol. 62. Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=58&hid=14&sid=7bccc33a-41a6-498f-8d0b-294f9bcd18c2%40sessionmgr14&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=60081162>. Consultado el 30 de Septiembre 2011.

Zucchini, F. 2005. Harina de trigo. Dirección de Industria Alimentaria. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r\\_28/Harina\\_trigo.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_28/Harina_trigo.htm). Consultado: 05-10-2011



# ANEXOS

# **ANEXO A**

---

## **RESULTADOS EXPERIMENTALES DE TODOS LOS TRATAMIENTOS**

---

**CARACTERIZACIÓN DE MASAS DE ACUERDO AL MIXOLAB PROFILER**

**TABLA A-1.** Resultados de humedad de trigo nacional con la adición de enzimas y aditivos

Nº de tratamientos	Humedad (%)	Absorción de agua	Amasado	Fuerza de gluten	Viscosidad de gel de Almidón	Resistencia de la amilasa	Retrogradación del almidón
0	12,90	7,00	3,00	6,00	6.5	8,00	7,00
1	13,24	7,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00
2	13,22	6,50	2,00	3,00	2,50	1,00	2,00
3	13,09	6,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00
4	13,11	6,00	2,00	3,00	1,50	1,00	2,00
5	13,26	6,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00
6	13,13	6,00	2,00	3,00	2,50	1,50	1,50
7	13,08	6,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00
8	12,94	6,00	3,00	2,50	2,00	1,00	2,00
9	13,02	6,00	2,50	2,50	2,00	1,50	2,00
10	12,35	5,00	2,50	3,00	2,50	1,00	2,00
11	13,25	6,00	3,00	2,50	2,00	1,50	2,00
12	13,12	6,00	2,50	3,00	2,00	1,00	2,00
13	13,00	6,00	2,50	3,50	3,00	1,00	2,00
14	13,14	7,00	5,00	3,50	2,50	1,50	2,00
15	12,95	7,00	4,50	3,00	3,00	1,00	2,00
16	13,17	7,00	4,50	3,50	3,00	2,00	2,00
17	12,92	7,00	4,00	4,50	2,50	1,50	2,00
18	12,99	7,00	4,50	5,50	2,50	1,50	2,00
19	12,84	7,00	5,50	3,50	3,00	2,00	2,00

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

0 = Trigo importado;

1= Trigo nacional sin la adición de mejoradores, 2...19 = Trigo nacional con mejoradores

**TABLA A-2. CARACTERIZACIÓN DE MASAS DE ACUERDO AL  
MIXOLAB SIMULATOR**

Nº de tratamientos	Humedad (%)	Hidratación (%)	Tiempo de desarrollo (min.)	Estabilidad (min)	Debilitamiento (UF)
0	12,9	61,00	5,0	13,5	<b>46,5</b>
1	13,24	59,00	3,25	9,75	80,00
2	13,22	59,60	4,50	10,75	91,50
3	13,09	58,40	3,25	6,75	102,00
4	13,11	58,00	3,50	6,75	90,00
5	13,26	58,30	4,25	6,00	83,50
6	13,13	58,10	3,75	8,25	96,00
7	13,08	58,40	4,00	12,00	84,50
8	12,94	59,90	4,75	14,25	70,50
9	13,02	59,80	4,75	13,75	67,50
10	12,35	59,05	5,00	15,50	60,50
11	13,25	60,80	4,50	15,50	58,00
12	13,12	60,40	5,50	16,50	54,00
13	13,00	60,25	4,25	15,25	63,50
14	13,14	60,80	5,50	17,50	33,00
15	12,95	60,25	6,00	17,75	23,50
16	13,17	60,20	4,50	17,50	35,50
17	12,92	60,75	4,50	17,50	34,50
18	12,99	60,75	4,25	15,00	43,50
19	12,84	61,00	5,25	16,25	33,50

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**0** = Trigo importado;

**1**= Trigo nacional sin la adición de mejoradores

**2...19** = Trigo nacional con mejoradores



## **ANEXO B**

---

### **RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS**

---

## COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

**Tabla B-1.** Comparación de los índices resultantes del Mixolab Profiler entre los mejores tratamientos y el trigo importado (control).

ÍNDICES	T <sub>16</sub>	T <sub>18</sub>	T <sub>0</sub>
Absorción de agua	7 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>
Amasado	4,5 <sup>b</sup>	4,5 <sup>b</sup>	3 <sup>a</sup>
Fuerza de gluten	3,5 <sup>b</sup>	5,5 <sup>b</sup>	6,0 <sup>a</sup>
Viscosidad de gel de almidón	3 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>	6,5 <sup>a</sup>
Resistencia de la amilasa	2 <sup>b</sup>	1,5 <sup>b</sup>	8 <sup>a</sup>
Retrogradación del almidón	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	7 <sup>b</sup>

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2011

Promedios con letras diferentes en una misma fila difieren estadísticamente ( $\alpha=0,05$ ) de acuerdo a la prueba de Tukey.

## FARINOGRAFÍA

**Tabla B-2.** . Comparación de Farinografía de masas entre los mejores tratamientos y el trigo importado (control).

Parámetros	T <sub>16</sub>	T <sub>18</sub>	T <sub>0</sub>
Hidratación (%)	60,2 <sup>b</sup>	60,75 <sup>b</sup>	61 <sup>a</sup>
Tiempo de desarrollo (min.)	4,5 <sup>a</sup>	4,25 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Estabilidad de la masa (min.)	17,5 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>
Debilitamiento de la masa (UF)	35,5 <sup>a</sup>	43,5 <sup>a</sup>	46,5 <sup>a</sup>

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2011

Promedios con letras diferentes en una misma fila difieren estadísticamente ( $\alpha=0,05$ ) de acuerdo a la prueba de Tukey.

T<sub>16</sub>= Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm esteaoril lactilato de sodio; T<sub>18</sub>=Trigo nacional + 4% gluten vital+120ppm glucosa oxidasa+150ppm esteaoril lactilato de sodio; T<sub>0</sub>= Trigo importado

## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS

## ELABORACIÓN DE PASTAS

**TABLA B-3. Pesos registrados en la elaboración de las pastas**

Tratamientos	Pesos (gr)	
	Inicial	Final
a2b1c2	2630	2340.7
a2b2c2	2630	2340.7
a0b0c0	2615	2327.4

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-4. % De humedad de las pastas de los mejores tratamientos**

Tratamientos	Humedad %
a2b1c2	11.34
a2b2c2	9.35
a0b0c0	12.10

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-5. % De rendimiento de las pastas de los mejores tratamientos**

Tratamientos	Rendimiento %
a2b1c2	87,91
a2b2c2	87,91
a0b0c0	97,22

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

Dónde:

a2b1c2 = 4%GV + 60 ppm GO + 150 ppm SSL  
a2b2c2 = 4%GV + 120 ppm GO + 150 ppm SSL  
a0b0c0 = Harina importada

Rendimiento basado en la diferencia de pesos:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{PesoFinal}}{\text{PesoInicial}} * 100$$

**TABLA B-6. Análisis físico químicas de las pastas**

Pastas	Ensayo	Tiempo de Coc (min)	Vol Final Coc	W fideo Cocido	Turbidez (AU)
a2b1c2	1	10,58	290	119	1014
	2	10,12	308	123	961
	3	10,35	325	112	951
a2b2c2	1	11,34	280	115	1163
	2	12,37	390	112	1529
	3	12,24	310	113	775
a0b0c0	1	10,48	295	111	1303
	2	10,44	345	105	1093
	3	10,40	330	109	914

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-7. % Hinchamiento y grado de desintegración**

Tratamientos	Ensayo	% Hinchamiento	Desintegración (%)
			Pasta
a2b1c2	1	138,00	1,07
	2	146,00	1,15
	3	124,00	1,09
Promedio		136,00	1,10
a2b2c2	1	130,00	1,24
	2	124,00	1,63
	3	126,00	0,97
Promedio		126,67	1,28
a0b0c0	1	122,00	1,48
	2	110,00	1,21
	3	118,00	1,08
Promedio		116,67	1,26

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-8. Desarrollo de la ecuación para obtener los sólidos totales de los tratamientos**

Tratamientos	Ensayo	W caja Vacía	W caja + Muestra	W final	Sólidos Totales	Promedio	% sólidos totales (100gr)
a2b2c2	1	57,41	89,14	57,65	0,81	0,83	5,01
		56,27	88,90	56,52	0,85		
	2	75,43	108,24	75,73	1,00	1,06	6,33
		49,30	82,22	49,63	1,10		
a0b0c0	1	80,76	113,51	81,05	0,95	0,95	5,67
		62,18	94,89	62,46	0,93		
	2	49,59	81,97	49,84	0,84	0,84	5,04
		46,19	78,57	46,44	0,84		

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-9. Relación de la Turbidez con el % de Sólidos totales**

Elaborado por: 2011.		Trigo Importado		Alexandra Pungaña,
Grafico B-1. Relación Sólidos Totales		AU (Turbidez)	% Sólidos	
		0	0	entre Turbidez y % de
		1163	0,83	
		1529	1,05	
		1303	0,94	
Elaborado por: 2011.		1093	0,84	Alexandra Pungaña,

**TABLA B-10. Resolución de la ecuación de la regresión lineal para el cálculo de los sólidos totales**

Tratamientos	"y" % Sólidos totales (100ml)	"x" (Turbidez)	Volumen Cocción (ml)	Sólidos Totales (50 g muestra)	Sólidos Totales (100 g de muestra)
a2b1c2	0,73	1014	295	2,14	4,28
	0,69	961	335	2,31	4,61
	0,68	951	320	2,18	4,36
a2b2c2	0,83	1163	300	2,49	4,97
	1,09	1529	300	3,26	6,51
	0,56	775	348	1,94	3,89
a0b0c0	0,93	1303	320	2,97	5,94
	0,79	1093	310	2,42	4,84
	0,65	914	330	2,16	4,32

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-11. Datos obtenidos del análisis microbiológico en la dilución 10<sup>-1</sup>**

Tratamiento	Microorganismos	R1	R2	R3	Promedio
a2b1c2	Aerobios Mesófilos	1	0	3	1,33
	Mohos y Levaduras	1	0	0	0,33
	Coliformes	0	0	0	0,00
a2b2c2	Aerobios Mesófilos	11	8	10	9,66
	Mohos y Levaduras	4	7	7	6,00
	Coliformes	1	1	0	0,66
a0b0c0	Aerobios Mesófilos	69	80	8	52,33
	Mohos y Levaduras	0	1	0	0,33
	Coliformes	5	3	6	4,67

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-12. Datos obtenidos del análisis microbiológico en la dilución 10<sup>-2</sup>**

Tratamiento	Microorganismos	R1	R2	R3	Promedio
a2b1c2	Aerobios Mesófilos	0	0	0	0,00
	Mohos y Levaduras	0	0	0	0,00
	Coliformes	0	0	0	0,00
a2b2c2	Aerobios Mesófilos	1	2	1	1,33
	Mohos y Levaduras	0	2	0	0,67
	Coliformes	0	0	0	0,00
a0b0c0	Aerobios Mesófilos	126	160	141	142,33
	Mohos y Levaduras	0	0	0	0,00
	Coliformes	1	1	0	0,67

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-13. Resultados del análisis microbiológico en la dilución 10<sup>-2</sup>**

Muestra	Microorganismos (ufc/g) 10 <sup>-2</sup>		
	Aerobios Mesòfilos	Mohos y Levaduras	Coliformes
a2b1c2	599,85	149,85	0.00
a2b2c2	4350,15	2700.00	300,15
a0b0c0	23549,85	149,85	2100,15
Requerimiento	100000.00	500.00	100.00

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**TABLA B-14. Resultados del análisis microbiológico en la dilución 10<sup>-3</sup>**

3

Muestra	Microorganismos (ufc/g)		
	Aerobios Mesòfilos	Mohos y Levaduras	Coliformes
a2b1c2	0	0	0
a2b2c2	3999	2001	0
a0b0c0	426999	0	2001
Requerimiento	100000	500	100

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**TablaB-15. Características físico-químicas de las pastas.**

Caracterización	Tratamientos		
	T <sub>16</sub>	T <sub>18</sub>	T <sub>0</sub>
Tiempo de cocción	10,35 <sup>a</sup>	11,98 <sup>a</sup>	10,44 <sup>a</sup>
% de Hinchamiento	136 <sup>b</sup>	126,67 <sup>a</sup>	116,67 <sup>a</sup>
Grado de desintegración	1,10 <sup>a</sup>	1,28 <sup>b</sup>	1,26 <sup>b</sup>
Sólidos totales	0,73 <sup>a</sup>	0,82 <sup>b</sup>	0,79 <sup>b</sup>
Turbidez	975,3 <sup>a</sup>	1155,67 <sup>c</sup>	1103,33 <sup>b</sup>

**Elaborado por:** Alexandra Pungaña, 2011

Promedios con letras diferentes en una misma fila difieren estadísticamente ( $\alpha=0,05$ ) de acuerdo a la prueba de Dunnet.

$T_{16}$ = Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm esteaoril lactilato de sodio;  $T_{18}$ =Trigo nacional + 4% gluten vital+100ppm glucosa oxidasa+150ppm esteaoril lactilato de sodio;  $T_0$ = Trigo importado

**TABLA B-16. Datos obtenidos de las cataciones con respecto al color de la pasta**

Catadores	a2b2c2		a2b1c2		a0b0c0		a2b2c2	a2b1c2	a0b0c0
	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2			
1	4	4	4	3	4	4	4,0	3,5	4,0
2	3	4	2	4	4	4	3,5	3,0	4,0
3	3	4	3	4	3	4	3,5	3,5	3,5
4	4	4	4	2	3	3	4,0	3,0	3,0
5	2	4	5	3	4	2	3,0	4,0	3,0
6	3	4	4	2	3	5	3,5	3,0	4,0
7	4	3	4	3	4	4	3,5	3,5	4,0
8	2	1	3	1	2	5	1,5	2,0	3,5
9	4	3	4	4	4	5	3,5	4,0	4,5
10	4	2	4	2	4	4	3,0	3,0	4,0
11	2	4	3	3	3	2	3,0	3,0	2,5
12	5	3	4	3	4	4	4,0	3,5	4,0
13	3	4	3	4	3	4	3,5	3,5	3,5
14	5	4	3	4	4	4	4,5	3,5	4,0
15	2	3	4	4	4	5	2,5	4,0	4,5
16	4	4	4	4	3	4	4,0	4,0	3,5
17	4	4	4	4	5	4	4,0	4,0	4,5
18	4	4	3	4	4	5	4,0	3,5	4,5
19	3	3	4	3	3	4	3,0	3,5	3,5
20	4	3	3	3	3	2	3,5	3,0	2,5
21	4	4	3	4	3	4	4,0	3,5	3,5
22	2	4	4	3	4	5	3,0	3,5	4,5
23	5	4	1	3	5	4	4,5	2,0	4,5
24	4	1	4	3	4	4	2,5	3,5	4,0
25	4	4	4	2	3	4	4,0	3,0	3,5
26	4	4	3	3	4	4	4,0	3,0	4,0
27	4	2	3	3	4	4	3,0	3,0	4,0
28	3	4	3	1	4	4	3,5	2,0	4,0
29	4	4	3	4	4	5	4,0	3,5	4,5
30	4	3	3	4	4	4	3,5	3,5	4,0



31	5	4	4	3	5	4	4,5	3,5	4,5
32	4	5	3	4	4	4	4,5	3,5	4,0
33	3	4	3	2	4	3	3,5	2,5	3,5
34	4	4	3	4	4	3	4,0	3,5	3,5
35	4	4	3	4	4	2	4,0	3,5	3,0
36	4	4	4	2	3	3	4,0	3,0	3,0
37	4	4	4	4	4	3	4,0	4,0	3,5
38	5	5	5	4	4	3	5,0	4,5	3,5
39	2	4	4	4	4	4	3,0	4,0	4,0
40	4	4	3	3	3	3	4,0	3,0	3,0
41	4	5	3	4	3	4	4,5	3,5	3,5
42	3	2	4	3	4	3	4,0	3,5	3,5
43	4	4	3	4	4	4	4,0	3,5	4,0
44	4	5	4	3	5	4	4,5	3,5	4,5
45	4	4	4	4	3	4	4,0	4,0	3,5
46	2	4	4	4	4	4	3,0	4,0	4,0
47	5	4	3	3	4	3	4,5	3,0	3,5
48	3	4	3	4	3	3	3,5	3,5	3,0
49	5	4	4	4	4	3	4,5	4,0	3,5
50	3	4	4	2	3	2	3,5	3,0	2,5
<b>Promedio</b>							<b>3,71</b>	<b>3,38</b>	<b>3,72</b>

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-17. Datos obtenidos de las cataciones con respecto al Apelmazamiento de la pasta**

Catadores	a2b2c2		a2b1c2		a0b0c0		a2b2c2	a2b1c2	a0b0c0
	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2			
1	5	2	5	2	5	4	3,50	3,50	4,50
2	4	3	4	2	5	4	3,50	3,00	4,50
3	3	5	3	5	2	5	4,00	4,00	3,50
4	4	5	2	5	2	5	4,50	3,50	3,50
5	2	2	5	4	2	4	2,00	4,50	3,00
6	2	5	2	5	3	2	3,50	3,50	2,50
7	2	5	3	5	2	5	3,50	4,00	3,50
8	2	2	4	3	3	2	2,00	3,50	2,50
9	2	3	4	4	4	4	2,50	4,00	4,00
10	1	3	3	3	5	3	2,00	3,00	4,00
11	5	5	5	4	5	2	5,00	4,50	3,50
12	3	2	3	3	3	3	2,50	3,00	3,00
13	3	4	3	4	2	3	3,50	3,50	2,50
14	3	3	4	4	2	2	3,00	4,00	2,00
15	2	5	4	4	3	5	3,50	4,00	4,00

16	3	4	3	3	2	2	3,50	3,00	2,00
17	3	4	1	3	4	5	3,50	2,00	4,50
18	2	3	1	3	3	2	2,50	2,00	2,50
19	3	2	3	3	3	1	2,50	3,00	2,00
20	4	4	4	3	4	5	4,00	3,50	4,50
21	3	3	2	4	3	2	3,00	3,00	2,50
22	2	4	2	3	2	5	3,00	2,50	3,50
23	2	1	2	2	3	2	1,50	2,00	2,50
24	4	1	2	2	3	3	2,50	2,00	3,00
25	5	2	4	1	5	3	3,50	2,50	4,00
26	3	3	4	3	3	2	3,00	3,50	2,50
27	2	4	4	3	3	3	3,00	3,50	3,00
28	3	2	3	4	3	3	2,50	3,50	3,00
29	4	2	3	4	2	4	3,00	3,50	3,00
30	5	4	2	5	4	5	4,50	3,50	4,50
31	5	5	2	1	4	4	5,00	1,50	4,00
32	4	4	3	2	2	4	4,00	2,50	3,00
33	3	3	3	4	3	3	3,00	3,50	3,00
34	3	3	5	3	3	2	3,00	4,00	2,50
35	4	1	2	3	4	3	2,50	2,50	3,50
36	5	3	2	2	4	3	4,00	2,00	3,50
37	3	1	2	2	3	2	2,00	2,00	2,50
38	2	4	2	5	3	4	3,00	3,50	3,50
39	2	3	4	4	2	2	2,50	4,00	2,00
40	3	4	3	3	3	5	3,50	3,00	4,00
41	4	3	1	4	4	4	3,50	2,50	4,00
42	3	4	2	2	3	4	3,50	2,00	3,50
43	2	3	3	3	3	2	2,50	3,00	2,50
44	3	4	4	5	4	3	3,50	4,50	3,50
45	3	4	4	3	2	2	3,50	3,50	2,00
46	2	5	3	4	3	5	3,50	3,50	4,00
47	3	3	5	4	2	2	3,00	4,50	2,00
48	3	4	5	4	2	3	3,50	4,50	2,50
49	5	2	3	3	5	3	3,50	3,00	4,00
50	5	5	4	4	5	2	5,00	4,00	3,50
<b>Promedio</b>							<b>3,23</b>	<b>3,24</b>	<b>3,21</b>

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-18. Datos obtenidos de las cataciones con respecto a la Firmeza de la pasta**

Catadores	a2b2c2		a2b1c2		a0b0c0		a2b2c 2	a2b1c 2	a0b0c 0
	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2			

1	4	3	5	4	4	3	3,50	4,50	3,50
2	2	3	3	2	2	4	2,50	2,50	3,00
3	3	3	3	3	4	3	3,00	3,00	3,50
4	3	3	4	3	4	3	3,00	3,50	3,50
5	2	3	2	3	3	4	2,50	2,50	3,50
6	3	4	2	3	4	2	3,50	2,50	3,00
7	1	3	2	3	3	4	2,00	2,50	3,50
8	3	2	5	3	4	3	2,50	4,00	3,50
9	2	2	3	3	3	2	2,00	3,00	2,50
10	3	3	3	3	3	2	3,00	3,00	2,50
11	4	4	3	5	3	3	4,00	4,00	3,00
12	4	3	4	3	5	2	3,50	3,50	3,50
13	2	2	3	2	4	2	2,00	2,50	3,00
14	3	3	4	2	3	3	3,00	3,00	3,00
15	5	3	2	4	4	2	4,00	3,00	3,00
16	2	4	3	4	4	3	3,00	3,50	3,50
17	4	4	4	5	5	5	4,00	4,50	5,00
18	3	4	2	4	2	4	3,50	3,00	3,00
19	3	3	3	4	3	4	3,00	3,50	3,50
20	3	4	2	3	4	5	3,50	2,50	4,50
21	3	2	2	3	4	4	2,50	2,50	4,00
22	3	3	2	3	3	3	3,00	2,50	3,00
23	4	3	4	4	4	2	3,50	4,00	3,00
24	3	4	4	2	5	1	3,50	3,00	3,00
25	2	2	1	2	5	2	2,00	1,50	3,50
26	3	3	2	4	4	3	3,00	3,00	3,50
27	2	3	2	4	4	2	2,50	3,00	3,00
28	3	1	2	4	3	1	2,00	3,00	2,00
29	4	3	2	4	3	3	3,50	3,00	3,00
30	3	1	4	4	4	3	2,00	4,00	3,50
31	4	3	4	4	4	3	3,50	4,00	3,50
32	3	3	3	4	4	2	3,00	3,50	3,00
33	3	3	3	1	3	4	3,00	2,00	3,50
34	4	3	3	3	2	3	3,50	3,00	2,50
35	5	2	4	2	1	2	3,50	3,00	1,50
36	4	4	5	3	3	3	4,00	4,00	3,00
37	4	3	5	4	4	2	3,50	4,50	3,00
38	2	3	4	3	3	3	2,50	3,50	3,00
39	2	2	3	3	3	4	2,00	3,00	3,50
40	4	4	4	3	3	5	4,00	3,50	4,00
41	3	4	4	5	3	4	3,50	4,50	3,50
42	2	4	3	2	3	4	3,00	2,50	3,50
43	4	4	3	5	4	5	4,00	4,00	4,50
44	3	3	5	3	2	2	3,00	4,00	2,00

45	2	3	4	4	5	2	2,50	4,00	3,50
46	4	3	4	2	3	3	3,50	3,00	3,00
47	3	4	3	5	2	4	3,50	4,00	3,00
48	4	4	4	4	4	4	4,00	4,00	4,00
49	3	4	5	5	4	3	3,50	5,00	3,50
50	3	3	3	3	3	2	3,00	3,00	2,50
<b>Promedio</b>							<b>3,09</b>	<b>3,31</b>	<b>3,24</b>

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-19. Datos obtenidos de las cataciones con respecto a la Pegajosidad de la pasta**

Catadores	a2b2c2		a2b1c2		a0b0c0		a2b2c2	a2b1c2	a0b0c0
	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2			
1	5	4	4	4	4	3	4,50	4,00	3,50
2	3	4	3	4	4	4	3,50	3,50	4,00
3	4	5	5	5	4	5	4,50	5,00	4,50
4	4	5	3	5	2	5	4,50	4,00	3,50
5	2	5	4	5	3	5	3,50	4,50	4,00
6	3	4	4	5	4	3	3,50	4,50	3,50
7	1	4	3	5	1	4	2,50	4,00	2,50
8	2	4	4	4	5	3	3,00	4,00	4,00
9	2	4	4	5	5	5	3,00	4,50	5,00
10	5	4	5	4	5	3	4,50	4,50	4,00
11	3	2	5	4	5	3	2,50	4,50	4,00
12	4	4	5	4	4	4	4,00	4,50	4,00
13	5	4	5	5	5	4	4,50	5,00	4,50
14	3	5	2	5	4	4	4,00	3,50	4,00
15	4	4	4	4	3	4	4,00	4,00	3,50
16	4	4	3	4	2	3	4,00	3,50	2,50
17	3	4	4	5	3	5	3,50	4,50	4,00
18	3	4	3	4	4	4	3,50	3,50	4,00
19	2	4	3	5	3	4	3,00	4,00	3,50
20	5	4	5	5	4	5	4,50	5,00	4,50
21	1	3	4	4	2	4	2,00	4,00	3,00
22	4	5	4	5	4	4	4,50	4,50	4,00

23	5	1	5	2	5	3	3,00	3,50	4,00
24	4	1	4	2	3	3	2,50	3,00	3,00
25	5	4	5	4	4	4	4,50	4,50	4,00
26	5	3	3	4	4	3	4,00	3,50	3,50
27	4	5	5	4	4	3	4,50	4,50	3,50
28	5	3	4	4	4	3	4,00	4,00	3,50
29	5	3	5	4	5	4	4,00	4,50	4,50
30	4	2	5	4	5	3	3,00	4,50	4,00
31	4	3	5	4	5	4	3,50	4,50	4,50
32	5	5	5	4	5	3	5,00	4,50	4,00
33	5	4	4	3	4	2	4,50	3,50	3,00
34	4	3	4	4	3	3	3,50	4,00	3,00
35	5	4	5	4	5	4	4,50	4,50	4,50
36	4	1	5	2	5	3	2,50	3,50	4,00
37	1	1	4	2	2	2	1,00	3,00	2,00
38	5	5	5	5	4	4	5,00	5,00	4,00
39	2	3	3	4	3	4	2,50	3,50	3,50
40	3	4	3	5	4	5	3,50	4,00	4,50
41	3	4	4	5	3	4	3,50	4,50	3,50
42	4	4	3	4	2	4	4,00	3,50	3,00
43	4	4	4	5	3	5	4,00	4,50	4,00
44	4	4	4	4	3	3	4,00	4,00	3,00
45	3	4	2	4	4	4	3,50	3,00	4,00
46	4	5	4	5	4	4	4,50	4,50	4,00
47	4	4	5	5	4	4	4,00	5,00	4,00
48	3	4	5	4	5	4	3,50	4,50	4,50
49	5	4	5	4	5	3	4,50	4,50	4,00
50	4	4	5	4	5	5	4,00	4,50	5,00
<b>Promedio</b>							<b>3,71</b>	<b>4,15</b>	<b>3,8</b>

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA B-20. Datos obtenidos de las cataciones con respecto a la Aceptabilidad de la pasta**

Catadores	a2b2c2		a2b1c2		a0b0c0		a2b2c2	a2b1c2	a0b0c0
	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2			
1	4	3	4	2	4	4	3,50	3,00	4,00
2	3	3	3	3	4	4	3,00	3,00	4,00
3	3	4	4	4	3	4	3,50	4,00	3,50
4	4	1	3	3	2	5	2,50	3,00	3,50
5	2	4	3	3	3	4	3,00	3,00	3,50
6	3	4	3	5	3	2	3,50	4,00	2,50
7	2	4	2	4	3	4	3,00	3,00	3,50

8	2	3	4	4	3	4	2,50	4,00	3,50
9	4	3	4	4	5	4	3,50	4,00	4,50
10	4	4	4	3	5	2	4,00	3,50	3,50
11	3	4	4	3	4	3	3,50	3,50	3,50
12	4	3	5	4	5	4	3,50	4,50	4,50
13	3	4	4	3	3	3	3,50	3,50	3,00
14	4	4	4	4	3	4	4,00	4,00	3,50
15	2	4	3	4	4	3	3,00	3,50	3,50
16	2	3	2	4	2	3	2,50	3,00	2,50
17	3	3	3	2	3	3	3,00	2,50	3,00
18	4	4	3	2	4	4	4,00	2,50	4,00
19	3	3	3	4	3	3	3,00	3,50	3,00
20	2	3	4	2	3	5	2,50	3,00	4,00
21	3	3	4	3	3	3	3,00	3,50	3,00
22	3	3	3	3	3	3	3,00	3,00	3,00
23	4	3	5	4	4	5	3,50	4,50	4,50
24	3	4	2	3	3	4	3,50	2,50	3,50
25	2	3	5	3	5	4	2,50	4,00	4,50
26	2	2	3	3	4	3	2,00	3,00	3,50
27	3	3	4	3	3	2	3,00	3,50	2,50
28	2	2	2	4	3	2	2,00	3,00	2,50
29	3	3	4	3	5	4	3,00	3,50	4,50
30	4	3	4	3	5	4	3,50	3,50	4,50
31	4	3	4	3	5	2	3,50	3,50	3,50
32	3	2	4	3	5	3	2,50	3,50	4,00
33	3	3	4	3	3	4	3,00	3,50	3,50
34	2	4	3	3	4	4	3,00	3,00	4,00
35	2	3	5	4	5	5	2,50	4,50	5,00
36	3	4	2	4	3	4	3,50	3,00	3,50
37	3	3	5	3	4	3	3,00	4,00	3,50
38	3	3	3	4	3	5	3,00	3,50	4,00
39	3	3	4	4	3	3	3,00	4,00	3,00
40	2	2	4	4	3	4	2,00	4,00	3,50
41	3	3	4	2	3	3	3,00	3,00	3,00
42	4	3	3	4	4	3	3,50	3,50	3,50
43	3	4	3	4	3	3	3,50	3,50	3,00
44	3	4	4	4	3	4	3,50	4,00	3,50
45	2	3	3	4	4	3	2,50	3,50	3,50
46	4	3	4	4	3	4	3,50	4,00	3,50
47	3	4	4	3	4	3	3,50	3,50	3,50
48	4	4	5	3	5	2	4,00	4,00	3,50
49	3	3	4	4	4	4	3,00	4,00	4,00
50	4	3	4	4	4	4	3,50	4,00	4,00
<b>Promedio</b>							<b>3,12</b>	<b>3,51</b>	<b>3,58</b>

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TablaB-21.** Características Sensoriales de las pastas.

Caracterización	Tratamientos		
	T <sub>18</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>0</sub>
Color	3,71 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	3,72 <sup>a</sup>
Apelmazamiento	3,23 <sup>a</sup>	3,24 <sup>a</sup>	3,21 <sup>a</sup>
Firmeza	3,09 <sup>b</sup>	3,31 <sup>a</sup>	3,24 <sup>a</sup>
Pegajosidad	3,71 <sup>a</sup>	4,15 <sup>b</sup>	3,80 <sup>a</sup>
Aceptabilidad	3,12 <sup>b</sup>	3,51 <sup>a</sup>	3,58 <sup>a</sup>

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2011

Promedios con letras diferentes en una misma fila difieren estadísticamente ( $\alpha=0,05$ ) de acuerdo a la prueba de Dunnet.

T<sub>16</sub>= Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm estearil lactilato de sodio; T<sub>18</sub>=Trigo nacional + 4% gluten vital+100ppm glucosa oxidasa+150ppm estearil lactilato de sodio; T<sub>0</sub>= Trigo importado

## ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MEJOR TRATAMIENTO

### Estimación del costo de producción para la industrialización de pastas con harina nacional

**Tabla B-22.** Materiales directos e indirectos para la elaboración de 24 kg de Pastas

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Harina	Kilogramos	20	0.65	13,00
Gluten	Kilogramos	0,08	2.25	0,18
Glucosa Oxidasa	Kilogramos	0,0024	32.00	0,08
Estearilactilato de Sodio	Kilogramos	0,0030	4.25	0,01
Agua	Litros	6,15	0.80	4,92
Sub – Total				18,19

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.



**Tabla B-23.Equipos y Utensilios**

Equipo	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual	Costo Día	Costo Hora	Horas de uso	Costo uso (\$)
Balanza 2Kg	266	10	26,6	0,1064	0,01	2	0,027
Extrusora 5kg	11000	10	1100	4,4	0,55	4	2,200
Perchas 2kg	200	10	20	0,08	0,01	8	0,080
Cámara de secado	6000	10	600	2,4	0,3	5	1,500
Selladora	600	10	60	0,24	0,03	4	0,120
Cocina	300	10	30	0,12	0,02	2	0,030
Utensilios varios	100	5	20	0,08	0,01	8	0,080
Mesa	400	5	80	0,32	0,04	8	0,320
Fundas	10	5	2	0,008	0,00	4	0,004
Sub - Total							4,36

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**Tabla B-24. Suministros**

Servicio	Unidad	Consumo	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Agua	m <sup>3</sup>	2,00	0,89	1,78
Luz	Kw-h	290	0,10	29,00
Gas	Unidad	2	1,70	3,40
Sub - Total				34,18

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**Tabla B-25. Personal**

Hombres	Sueldo	Costo Día (\$)	Costo Hora (\$)	Horas utilizadas	Total (\$)
1	362,50	18.10	2,2625	8	18,10
				TOTAL (\$)	18,10

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

\* Incluye remuneración más cargas sociales.

**Tabla B-26. Costos de producción de 24 kg de pastas para fundas de 200 g**

Rubros	Valor (\$)
1. Materiales directos e indirectos	18,19
2. Equipos y Utensilios	4,36
3. Suministros	34,18
4. Personal	18,1
SUBTOTAL (\$)	74,83
Imprevistos (5%)	3,74
TOTAL (\$)	78,57
Costo de producción unitario (200 g)	0,654

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**Tabla B-27. Verificación de hipótesis**

Trigo nacional	Trigo importado	Probabilidad	Decisión
T <sub>16</sub> T <sub>18</sub>	T <sub>0</sub>		
Promedios			
MIXOLAB PROFILER			

Índ. de absorción de agua	7 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	0,0000	Rechazo
Índ. de amasado	4,5 <sup>b</sup>	4,5 <sup>b</sup>	3 <sup>a</sup>	0,7401	Acepto
Índ. de fuerza de gluten	3,5 <sup>b</sup>	5,5 <sup>b</sup>	6,0 <sup>a</sup>	0,3852	Acepto
Índ. de viscosidad de gel de almidón	3 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>	6,5 <sup>a</sup>	0,0812	Acepto
Índ. de resistencia de la amilasa	2 <sup>b</sup>	1,5 <sup>b</sup>	8 <sup>a</sup>	0,0015	Rechazo
Índ. de retrogradación del almidón	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	7 <sup>b</sup>	0,0000	Rechazo
<b>FARINOGRAFÍA</b>					
Hidratación (%)	60,2 <sup>b</sup>	60,75 <sup>b</sup>	61 <sup>a</sup>	0,0026	Rechazo
Tiempo de desarrollo (min.)	4,5 <sup>a</sup>	4,25 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	0,4648	Acepto
Estabilidad de la masa (min.)	17,5 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>	0,5725	Acepto
Debilitamiento de la masa (UF)	35,5 <sup>a</sup>	43,5 <sup>a</sup>	46,5 <sup>a</sup>	0,3237	Acepto
<b>EVALUACIÓN SENSORIAL</b>					
Color	3,38 <sup>a</sup>	3,71 <sup>a</sup>	3,72 <sup>a</sup>	0,7287	Acepto
Apelmazamiento	3,24 <sup>a</sup>	3,23 <sup>a</sup>	3,21 <sup>a</sup>	0,1527	Acepto
Firmeza	3,31 <sup>a</sup>	3,09 <sup>b</sup>	3,24 <sup>a</sup>	0,7670	Acepto
Pegajosidad	4,15 <sup>b</sup>	3,71 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	0,6360	Acepto
Aceptabilidad	3,51 <sup>a</sup>	3,12 <sup>b</sup>	3,58 <sup>a</sup>	0,0003	Rechazo

**Elaborado por:** Alexandra Pungaña, 2011

Promedios con letras diferentes en una misma fila difieren estadísticamente ( $\alpha=0,05$ ) de acuerdo a la prueba de Tukey.

**Tabla B-28. Resultados Físico Químicos de las pastas después de la cocción**

Análisis	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>
Tiempo de cocción (min)	10,35	11,98	10,44
% de Hinchamiento	136	126,67	116,67

Grado de desintegración (%)	1,10	1,28	1,26
Sólidos totales (%)	4,41	5,15	5,03
Turbidez (AU)	975,3	1155,67	1103,33

***Elaborado por:*** Alexandra Pungaña, 2011

# **ANEXO C**

---

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TODOS LOS TRATAMIENTOS**

---

### **ANEXO C**

#### **RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE ACUERDO AL MIXOLAB PROFILER**

##### **TABLA C-1. Análisis de Varianza para índice de absorción**

Analysis of Variance for Absorcion - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio
MAIN EFFECTS				
A:Gluten	9,05556	2	4,52778	163,00
B:GlucosaOxidasa	0,388889	2	0,194444	7,00
C:EsteaorilLactila	0,0277778	1	0,0277778	1,00
D:Replicas	0,0277778	1	0,0277778	1,00
INTERACTIONS				
AB	0,444444	4	0,111111	4,00
AC	0,388889	2	0,194444	7,00
BC	0,388889	2	0,194444	7,00
ABC	0,444444	4	0,111111	4,00
RESIDUAL	0,472222	17	0,0277778	
TOTAL (CORRECTED)	11,6389	35		

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**Tabla C-2.** Prueba de comparación de promedios de la interacción AB de Tukey. Índice de absorción de agua

		<b>a1b1</b>	<b>a0b1</b>	<b>a0b2</b>	<b>a1b0</b>	<b>a1b2</b>	<b>a0b0</b>	<b>a2b0</b>	<b>a2b1</b>	<b>a2b2</b>	<b>DMS<sub>Tukey</sub></b>
		<b>5,5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6,25</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	
<b>a1b1</b>	<b>5,5</b>	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5	0,415
<b>a0b1</b>	<b>6</b>		0	0	0	0	0,25	1	1	1	
<b>a0b2</b>	<b>6</b>			0	0	0	0,25	1	1	1	
<b>a1b0</b>	<b>6</b>				0	0	0,25	1	1	1	
<b>a1b2</b>	<b>6</b>					0	0,25	1	1	1	
<b>a0b0</b>	<b>6,25</b>						0	0,75	0,75	0,75	
<b>a2b0</b>	<b>7</b>							0	0	0	
<b>a2b1</b>	<b>7</b>								0	0	
<b>a2b2</b>	<b>7</b>									0	

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2012

**Tabla C-3.** Prueba de comparación de promedios de la interacción AC de Tukey. Índice de absorción de agua

		a1c1	a0c2	a1c2	a0c1	a2c1	a2c2	<b>DMS</b>
		5,667	6,0	6,0	6,167	7,0	7,0	Tukey
a1c1	5,667	0,000	0,333	0,333	0,500	1,333	1,333	0.307
a0c2	6,0		0,000	0,000	0,167	1,000	1,000	
a1c2	6,0			0,000	0,167	1,000	1,000	
a0c1	6,167				0,000	0,833	0,833	
a2c1	7,0					0,000	0,000	
a2c2	7,0						0,000	

**Elaborado por:** Alexandra Pungaña, 2012



**Tabla C-4.** Prueba de comparación de promedios de la interacción BC de Tukey. Índice de absorción de agua

		b1c1	b0c2	b1c2	b2c1	b2c2	b0c1	<b>DMS</b>
		6	6,333	6,333	6,333	6,333	6,5	<b>Tukey</b>
b1c1	6,0	0,000	0,333	0,333	0,333	0,333	0,500	0.307
b0c2	6,333		0,000	0,000	0,000	0,000	0,167	
b1c2	6,333			0,000	0,000	0,000	0,167	
b2c1	6,333				0,000	0,000	0,167	
b2c2	6,333					0,000	0,167	
b0c1	6,50						0,000	

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2012

**Tabla C-5.** Prueba de comparación de promedios de la interacción ABC de Tukey. Índice de absorción de agua

	a1b1c1	a0b0c2	a0b1c1	a0b1c2	a0b2c1	a0b2c2	a1b0c1	a1b0c2	a1b1c2	a1b2c1	a1b2c2	a0b0c1	a2b0c1	a2b0c2	a2b1c1	a2b1c2	a2b2c1	a2b2c2
	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,5	7	7	7	7	7	7
a1b1c1	5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5	2	2	2	2	2	2
a0b0c2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a0b1c1	6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a0b1c2	6			0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a0b2c1	6				0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a0b2c2	6					0	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a1b0c1	6						0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a1b0c2	6							0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a1b1c2	6								0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a1b2c1	6									0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a1b2c2	6										0	0,5	1	1	1	1	1	1
a0b0c1	6,5											0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
a2b0c1	7												0	0	0	0	0	0
a2b0c2	7													0	0	0	0	0
a2b1c1	7														0	0	0	0
a2b1c2	7															0	0	0
a2b2c1	7																0	0
a2b2c2	7																	0
DMS <sub>Tukey</sub>		0,675																

**Elaborado por:** Alexandra Pungaña, 2012

**TABLA C-6. Diferencia mínima significativa de Tukey para Índice de absorción de agua**

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
9	2	5,0	c
7	2	6,0	b
2	2	6,0	b
5	2	6,0	b
3	2	6,0	b
8	2	6,0	b
4	2	6,0	b
6	2	6,0	b
10	2	6,0	b
11	2	6,0	b
12	2	6,0	b
1	2	6,5	ba
15	2	7,0	a
14	2	7,0	a
13	2	7,0	a
18	2	7,0	a
17	2	7,0	a
16	2	7,0	a

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**Tabla C-7 Análisis de Varianza. Índice de Amasado a un 5% de significancia**

Analysis of Variance for Amasado - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	46,2222	2	23,1111	70,72	0,0000
B:GlucosaOxidasa	0,222222	2	0,111111	0,34	0,7165
C:EsteaorilLactila	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
D:Replicas	0,444444	1	0,444444	1,36	0,2596
INTERACTIONS					
AB	1,11111	4	0,277778	0,85	0,5131
AC	0,0	2	0,0	0,00	1,0000
BC	0,666667	2	0,333333	1,02	0,3816
ABC	1,33333	4	0,333333	1,02	0,4250
RESIDUAL	5,55556	17	0,326797		
TOTAL (CORRECTED)	55,5556	35			

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**Tabla C-8.** Prueba de comparación de promedios de la interacción AB de Tukey. Índice de amasado

		a1b1	a0b1	a0b2	a1b0	a1b2	a0b0	a2b0	a2b1	a2b2	DMS <sub>Tukey</sub>
		5,5	6	6	6	6	6,25	7	7	7	
a1b1	5,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5	
a0b1	6		0	0	0	0	0,25	1	1	1	
a0b2	6			0	0	0	0,25	1	1	1	
a1b0	6				0	0	0,25	1	1	1	
a1b2	6					0	0,25	1	1	1	1.426
a0b0	6,25						0	0,75	0,75	0,75	
a2b0	7							0	0	0	
a2b1	7								0	0	
a2b2	7									0	

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2012



**Tabla C-9.** Prueba de comparación de promedios de la interacción AC de Tukey. Índice de amasado

		a1c1	a0c2	a1c2	a0c1	a2c1	a2c2	DMS <sub>Tukey</sub>
		5,666	6	6	6,166	7	7	
a1c1	5,666	0	0,333	0,333	0,5	1,333	1,333	1.313
a0c2	6		0	0	0,1666	1	1	
a1c2	6			0	0,1666	1	1	
a0c1	6,1666				0	0,8333	0,8333	
a2c1	7					0	0	
a2c2	7						0	

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2012

**Tabla C-10.** Prueba de comparación de promedios de la interacción BC de Tukey. Índice de amasado

		b1c1	b0c2	b1c2	b2c1	b2c2	b0c1	DMS <sub>Tukey</sub>
		6	6,333	6,333	6,333	6,333	6,5	
b1c1	6	0	0,333	0,333	0,333	0,333	0,5	1.313
b0c2	6,333		0	0	0	0	0,166	
b1c2	6,333			0	0	0	0,166	
b2c1	6,333				0	0	0,166	
b2c2	6,333					0	0,166	
b0c1	6,5						0	

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2012

**Tabla C-11.** Prueba de comparación de promedios de la interacción ABC de Tukey. Índice de amasado

	a1b1c1	a0b0c2	a0b1c1	a0b1c2	a0b2c1	a0b2c2	a1b0c1	a1b0c2	a1b1c2	a1b2c1	a1b2c2	a0b0c1	a2b0c1	a2b0c2	a2b1c1	a2b1c2	a2b2c1	a2b2c2
	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,5	7	7	7	7	7	7
a1b1c1	5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5	2	2	2	2	2	2
a0b0c2	6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a0b1c1	6			0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a0b1c2	6				0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a0b2c1	6					0	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a0b2c2	6						0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a1b0c1	6							0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a1b0c2	6								0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a1b1c2	6									0	0	0,5	1	1	1	1	1	1
a1b2c1	6										0	0,5	1	1	1	1	1	1
a1b2c2	6												0	0,5	1	1	1	1
a0b0c1	6,5														0	0,5	0,5	0,5
a2b0c1	7															0	0	0
a2b0c2	7																0	0
a2b1c1	7																	0
a2b1c2	7																	
a2b2c1	7																	
a2b2c2	7																	
DMS <sub>Tukey</sub>																		

2.316

**Elaborado por:** Alexandra Pungaña, 2012

Analysis of Variance for Absorption - Type III Sums of Squares				
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio
<b>MAIN EFFECTS</b>				
A:Gluten	9,05556	2	4,52778	163,00
B:GlucosaOxidasa	0,388889	2	0,194444	7,00
C:EstearilLactila	0,0277778	1	0,0277778	1,00
D:Replicas	0,0277778	1	0,0277778	1,00
<b>INTERACTIONS</b>				
AB	0,444444	4	0,111111	4,00
AC	0,388889	2	0,194444	7,00
BC	0,388889	2	0,194444	7,00
ABC	0,444444	4	0,111111	4,00
RESIDUAL	0,472222	17	0,0277778	
Method: 95,0 percent Tukey HSD				
TOTAL (CORRECTED)	11,6389	35	Homogeneous Groups	
4	2	2,0	d	
3	2	2,0	d	
1	2	2,0	d	
2	2	2,0	d	
5	2	2,0	d	
6	2	2,0	d	
8	2	2,5	dc	
12	2	2,5	dc	
11	2	2,5	dc	
9	2	2,5	dc	
7	2	3,0	dcb	
10	2	3,0	dcb	
16	2	4,0	dcba	
15	2	4,5	cba	
14	2	4,5	cba	
17	2	4,5	cba	
13	2	5,0	ba	
18	2	5,5	a	

**TABLA C-12. Diferencia mínima significativa de Tukey del Índice de Amasado**

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-13. Análisis de Varianza para Índice de Gluten**

Analysis of Variance for IndiceDeGluten - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Gluten	8,16667	2	4,08333	22,12	0,0000
B:GlucosaOxidasa	2,66667	2	1,33333	7,22	0,0054
C:EstearilLactila	0,25	1	0,25	1,35	0,2607
D:Replicas	1,36111	1	1,36111	7,37	0,0147
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	1,66667	4	0,416667	2,26	0,1057
AC	0,5	2	0,25	1,35	0,2847
BC	0,666667	2	0,333333	1,81	0,1946
ABC	4,33333	4	1,08333	5,87	0,0037
RESIDUAL	3,13889	17	0,184641		
TOTAL (CORRECTED)	22,75	35			

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.



**Tabla C-14.** Prueba de comparación de promedios de la interacción ABC de Tukey. Índice de Gluten

		a1b0c1	a1b0c2	a1b1c2	a0b0c1	a0b0c2	a0b1c1	a0b1c2	a0b2c1	a0b2c2	a1b1c1	a1b2c1	a2b0c2	a1b2c2	a2b0c1	a2b1c1	a2b2c2	a2b1c2	a2b2c1
		2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	5,5
a1b0c1	2,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	2	3
a1b0c2	2,5		0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	2	3
a1b1c2	2,5			0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	2	3
a0b0c1	3				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a0b0c2	3					0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a0b1c1	3						0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a0b1c2	3							0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a0b2c1	3								0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a0b2c2	3									0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a1b1c1	3										0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a1b2c1	3											0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a2b0c2	3												0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a1b2c2	3,5													0	0	0	0	1	2
a2b0c1	3,5														0	0	0	1	2
a2b1c1	3,5															0	0	1	2
a2b2c2	3,5																0	1	2
a2b1c2	4,5																	0	1
a2b2c1	5,5																		0
DMS <sub>Tukey</sub>		1.741																	

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2012

**TABLA C-15. Diferencia mínima significativa de Tukey el Índice de Gluten**

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
8	2	2,5	b
10	2	2,5	b
7	2	2,5	b
3	2	3,0	b
5	2	3,0	b
14	2	3,0	b
4	2	3,0	b
11	2	3,0	b
6	2	3,0	b
9	2	3,0	b
2	2	3,0	b
1	2	3,0	b
15	2	3,5	ba
13	2	3,5	ba
12	2	3,5	ba
18	2	3,5	ba
16	2	4,5	ba
17	2	5,5	a

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-16. Análisis de Varianza para Índice de Resistencia de la amilasa**

Analysis of Variance for Amilasas - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	1,72222	2	0,861111	4,88	0,0211
B:GlucosaOxidasa	0,222222	2	0,111111	0,63	0,5448
C:EsteaorilLactila	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
D:Replicas	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
INTERACTIONS					
AB	0,777778	4	0,194444	1,10	0,3876
AC	0,5	2	0,25	1,42	0,2697
BC	0,0	2	0,0	0,00	1,0000
ABC	1,0	4	0,25	1,42	0,2709
RESIDUAL	3,0	17	0,176471		
TOTAL (CORRECTED)	7,22222	35			

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**Tabla C-17.** Prueba de comparación de promedios de la interacción ABC de Tukey. Para el Índice de Resistencia de la amilasa

	a1b0c1	a1b0c2	a1b1c2	a0b0c1	a0b0c2	a0b1c1	a0b1c2	a0b2c1	a0b2c2	a1b1c1	a1b2c1	a2b0c2	a1b2c2	a2b0c1	a2b1c1	a2b2c2	a2b1c2	a2b2c1	
	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	5,5	
a1b0c1	2,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	2	3
a1b0c2	2,5		0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	2	3
a1b1c2	2,5			0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	2	3
a0b0c1	3				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a0b0c2	3					0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a0b1c1	3						0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a0b1c2	3							0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a0b2c1	3								0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a0b2c2	3									0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a1b1c1	3										0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a1b2c1	3											0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a2b0c2	3												0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
a1b2c2	3,5														0	0	0	1	2
a2b0c1	3,5															0	0	1	2
a2b1c1	3,5																0	1	2
a2b2c2	3,5																	0	1
a2b1c2	4,5																		0
a2b2c1	5,5																		
DMS <sub>Tukey</sub>	1.702																		

**Elaborado por:** Alexandra Pungaña, 2012

**TABLA C-18. Diferencia mínima significativa de Tukey para el índice de Resistencia de la amilasa**

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
7	2	1,0	a
9	2	1,0	a
2	2	1,0	a
3	2	1,0	a
6	2	1,0	a
4	2	1,0	a
14	2	1,0	a
12	2	1,0	a
11	2	1,0	a
1	2	1,0	a
13	2	1,5	a
10	2	1,5	a
5	2	1,5	a
17	2	1,5	a
16	2	1,5	a
8	2	1,5	a
15	2	2,0	a
18	2	2,0	a

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-19. Análisis de Varianza para el índice de Viscosidad de gel de almidón**

Analysis of Variance for Viscosidad - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	2,88889	2	1,44444	4,49	0,0272
B:GlucosaOxidasa	0,388889	2	0,194444	0,60	0,5579
C:EsteaorilLactila	0,0277778	1	0,0277778	0,09	0,7725
D:Replicas	0,0277778	1	0,0277778	0,09	0,7725
INTERACTIONS					
AB	0,777778	4	0,194444	0,60	0,6650
AC	0,222222	2	0,111111	0,35	0,7129
BC	0,388889	2	0,194444	0,60	0,5579
ABC	2,11111	4	0,527778	1,64	0,2102
RESIDUAL	5,47222	17	0,321895		
TOTAL (CORRECTED)	12,3056	35			

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-20. Diferencia mínima significativa de Tukey para el Índice de Viscosidad de gel de almidón**

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
3	2	1,5	a
8	2	2,0	a
10	2	2,0	a
7	2	2,0	a
6	2	2,0	a
2	2	2,0	a
4	2	2,0	a
11	2	2,0	a
13	2	2,5	a
1	2	2,5	a
17	2	2,5	a
5	2	2,5	a
9	2	2,5	a
16	2	2,5	a
15	2	3,0	a
14	2	3,0	a
12	2	3,0	a
18	2	3,0	a

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-21. Análisis de Varianza para el Índice de retrogradación de almidón**

Analysis of Variance for Retrogradacion - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Gluten	0,0555556	2	0,0277778	1,00	0,3885
B:GlucosaOxidasa	0,0555556	2	0,0277778	1,00	0,3885
C:EstearilLactila	0,0277778	1	0,0277778	1,00	0,3313
D:Replicas	0,0277778	1	0,0277778	1,00	0,3313
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	0,111111	4	0,0277778	1,00	0,4346
AC	0,0555556	2	0,0277778	1,00	0,3885
BC	0,0555556	2	0,0277778	1,00	0,3885
ABC	0,111111	4	0,0277778	1,00	0,4346
RESIDUAL	0,472222	17	0,0277778		
TOTAL (CORRECTED)	0,972222	35			

Valor F tablas= 3.59 \* Significancia  $\alpha= 0,05$

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-22. Diferencia mínima significativa de Tukey para el Índice de retrogradación de almidón**

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
5	2	1,5	a
3	2	2,0	a
8	2	2,0	a
10	2	2,0	a
6	2	2,0	a
7	2	2,0	a
4	2	2,0	a
9	2	2,0	a
2	2	2,0	a
11	2	2,0	a
12	2	2,0	a
13	2	2,0	a
14	2	2,0	a
15	2	2,0	a
16	2	2,0	a
17	2	2,0	a
18	2	2,0	a
1	2	2,0	a

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**FARINOGRAFÍA (Mixolab symulator)**

**Tabla C -23. Análisis de Varianza. Hidratación a un 5% de significancia**

Analysis of Variance for Absorcion - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Gluten	29,8517	2	14,9258	52,37	0,0000
B:GlucosaOxidasa	0,665	2	0,3325	1,17	0,3351
C:EsteaorilLactila	0,146944	1	0,146944	0,52	0,4825
D:Replicas	0,100278	1	0,100278	0,35	0,5609
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	1,96333	4	0,490833	1,72	0,1915
AC	0,743889	2	0,371944	1,31	0,2970
BC	3,30056	2	1,65028	5,79	0,0121
ABC	1,19111	4	0,297778	1,04	0,4133
RESIDUAL	4,84472	17	0,284984		
TOTAL (CORRECTED)	42,8075	35			

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**Tabla C-24.** Prueba de comparación de promedios de la interacción BC de Tukey. Hidratación a un 5% de significancia

		b1c1	b0c2	b2c1	b2c2	b1c2	b0c1	<b>DMS</b> Tukey
		59,08 3	59,483	59,75	59,883	59,95	60,1	
b1c1	59,08	0	0,4	0,666	0,8	0,866	1,016	0.985
b0c2	59,48		0	0,2667	0,4	0,466	0,616	
b2c1	59,75			0	0,133	0,2	0,35	
b2c2	59,88				0	0,066	0,216	
b1c2	59,95					0	0,15	
b0c1	60,1						0	

*Elaborado por:* Alexandra Pungaña, 2012

**TABLA C-25.** Diferencia mínima significativa de Tukey para el Hidratación a un 5% de significancia

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Tratamientos	Count	Mean	Homogeneous Groups
3	2	58,0	d
5	2	58,1	dc
4	2	58,3	dc
6	2	58,4	dc
2	2	58,4	dc
9	2	59,05	dc
1	2	59,6	dc
8	2	59,8	dc
7	2	59,9	dc
15	2	60,2	cb
14	2	60,25	ba
12	2	60,25	ba
11	2	60,4	ba
17	2	60,75	a
16	2	60,75	a
13	2	60,8	a
10	2	60,8	a
18	2	61,0	a



**TABLA C-26. Análisis de Varianza para el Tiempo de Desarrollo de la masa a un 5 % de significancia**

Analysis of Variance for TiempoDeDesarrollo - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Gluten	8,59722	2	4,29861	7,78	0,0040
B:GlucosaOxidasa	1,09722	2	0,548611	0,99	0,3908
C:EsteaorilLactila	0,0277778	1	0,0277778	0,05	0,8252
D:Replicas	0,111111	1	0,111111	0,20	0,6594
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	2,44444	4	0,611111	1,11	0,3855
AC	1,76389	2	0,881944	1,60	0,2315
BC	0,180556	2	0,0902778	0,16	0,8505
ABC	3,27778	4	0,819444	1,48	0,2510
RESIDUAL	9,38889	17	0,552288		
TOTAL (CORRECTED)	26,8889	35			

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-27. Diferencia mínima significativa de Tukey para el Tiempo de Desarrollo**

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2	2	3,25	a
3	2	3,5	a
5	2	3,75	a
6	2	4,0	a
12	2	4,25	a
4	2	4,25	a
17	2	4,25	a
1	2	4,5	a
15	2	4,5	a
10	2	4,5	a
16	2	4,5	a
7	2	4,75	a
8	2	4,75	a
9	2	5,0	a
18	2	5,25	a
13	2	5,5	a
11	2	5,5	a
14	2	6,0	a

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-28. Análisis de Varianza para la estabilidad de la masa a un 5 % de significancia**

Analysis of Variance for Estabilidad - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Gluten	481,847	2	240,924	63,55	0,0000
B:GlucosaOxidasa	3,38889	2	1,69444	0,45	0,6469
C:EsteaorilLactila	0,173611	1	0,173611	0,05	0,8331
D:Replicas	0,173611	1	0,173611	0,05	0,8331
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	43,3194	4	10,8299	2,86	0,0559
AC	1,93056	2	0,965278	0,25	0,7781
BC	10,7222	2	5,36111	1,41	0,2703
ABC	21,2361	4	5,30903	1,40	0,2760
RESIDUAL	64,4514	17	3,79126		
<b>TOTAL (CORRECTED)</b>	<b>627,243</b>	<b>35</b>			

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-29. Diferencia mínima significativa de Tukey para la estabilidad de la masa**

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
4	2	6,0	d
3	2	6,75	dc
2	2	6,75	dc
5	2	8,25	dcb
1	2	10,75	dcb
6	2	12,0	dcb
8	2	13,75	cb
7	2	14,25	cb
17	2	15,0	ba
12	2	15,25	ba
9	2	15,5	ba
10	2	15,5	ba
18	2	16,25	a
11	2	16,5	a
13	2	17,5	a
15	2	17,5	a
16	2	17,5	a
14	2	17,75	a

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-30. Análisis de Varianza para el índice de Debilitamiento a un 5 % de significancia**

Analysis of Variance for Debilitamiento - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Gluten	19723,2	2	9861,58	181,24	0,0000
B:GlucosaOxidasa	112,667	2	56,3333	1,04	0,3765
C:EsteaorilLactila	64,0	1	64,0	1,18	0,2933
D:Replicas	9,0	1	9,0	0,17	0,6893
<b>INTERACTIONS</b>					
AB	577,667	4	144,417	2,65	0,0690
AC	100,167	2	50,0833	0,92	0,4173
BC	18,6667	2	9,33333	0,17	0,8438
ABC	398,667	4	99,6667	1,83	0,1693
RESIDUAL	925,0	17	54,4118		
TOTAL (CORRECTED)	21929,0	35			

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

**TABLA C-31. Diferencia mínima significativa de Tukey para el índice de Debilitamiento**

---

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
14	2	23,5	h
13	2	33,0	hg
18	2	33,5	hg
16	2	34,5	hgf
15	2	35,5	hgf
17	2	43,5	hgfe
11	2	54,0	gfe
10	2	58,0	gfed
9	2	60,5	gfed
12	2	63,5	fedc
8	2	67,5	edcb
7	2	70,5	edcb
4	2	83,5	dcba
6	2	84,5	dcba
3	2	90,0	cba
1	2	91,5	cba
5	2	96,0	ba
2	2	102,0	a

---

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.

## **ANEXO D**

---

# **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS**

---

## ANÁLISIS SENSORIAL

**TABLA D-1. Análisis de varianza con respecto al color de la pasta**

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

Analysis of Variance for Color - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	1
<b>MAIN EFFECTS</b>					
A:Tratamientos	3,74333	2	1,87167	6,38	
B:Catadores	20,6483	49	0,421395	1,44	
RESIDUAL	28,7567	98	0,293435		
TOTAL (CORRECTED)	53,1483	149			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

**TABLA D-2. Diferencia mínima significativa de TUKEY con respecto al color de la pasta**

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2	50	3,38	b
1	50	3,71	a
3	50	3,72	a

Contrast	Difference	+/-	Li
1 - 2	*0,33		0,25783
1 - 3	-0,01		0,25783
2 - 3	*-0,34		0,25783

\* denotes a statistically significant difference.

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**TABLA D-3. Análisis estadístico ANOVA con respecto al  
Apelmazamiento de la pasta**

Analysis of Variance for Apelmazamiento - Type III Sums of Squares

---

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	0,0233333	2	0,0116667	0,02	(
B:Catadores	38,1267	49	0,778095	1,45	(
RESIDUAL	52,6433	98	0,537177		
TOTAL (CORRECTED)	90,7933	149			

---

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**TABLA D-5. Análisis estadístico ANOVA con respecto a la Firmeza de  
la pasta**

Analysis of Variance for Firmeza - Type III Sums of Squares

---

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	1,26333	2	0,631667	1,97	(
B:Catadores	33,0067	49	0,673605	2,10	(
RESIDUAL	31,4033	98	0,320442		
TOTAL (CORRECTED)	65,6733	149			

---

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**TABLA D-7. Análisis estadístico ANOVA con respecto a la Pegajosidad de la pasta**

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

Analysis of Variance for Pegajosidad - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	5,40333	2	2,70167	10,69	
B:Catadores	41,9067	49	0,855238	3,38	
RESIDUAL	24,7633	98	0,252687		
TOTAL (CORRECTED)	72,0733	149			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

**TABLA D-8. Diferencia mínima significativa de TUKEY con respecto a la Pegajosidad de la pasta**

Multiple Range Tests for Pegajosidad by Tratamientos

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
1	50	3,71	b
3	50	3,8	b
2	50	4,15	a

Contrast	Difference	+/- Limi
1 - 2	*-0,44	0,239264
1 - 3	-0,09	0,239264
2 - 3	*0,35	0,239264

\* denotes a statistically significant difference.

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2011.



**TABLA D-9. Análisis estadístico ANOVA con respecto a la Aceptabilidad de la pasta**

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

Analysis of Variance for Aceptabilidad - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	6,14333	2	3,07167	13,27	
B:Catadores	19,015	49	0,388061	1,68	
RESIDUAL	22,69	98	0,231531		
TOTAL (CORRECTED)	47,8483	149			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

**TABLA D-10. Diferencia mínima significativa de TUKEY con respecto a la Aceptabilidad de la pasta**

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

Multiple Range Tests for Aceptabilidad by Tratamientos

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
1	50	3,12	b
2	50	3,51	a
3	50	3,58	a

Contrast	Difference	+/- Limi
1 - 2	*-0,39	0,229029
1 - 3	*-0,46	0,229029
2 - 3	-0,07	0,229029

# ANEXO E

---

# GRÁFICOS

---

**GRÁFICO E-1 . MIXOLAB PROFILER:** Resultados de la absorción de agua de la masa en todos los tratamientos

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

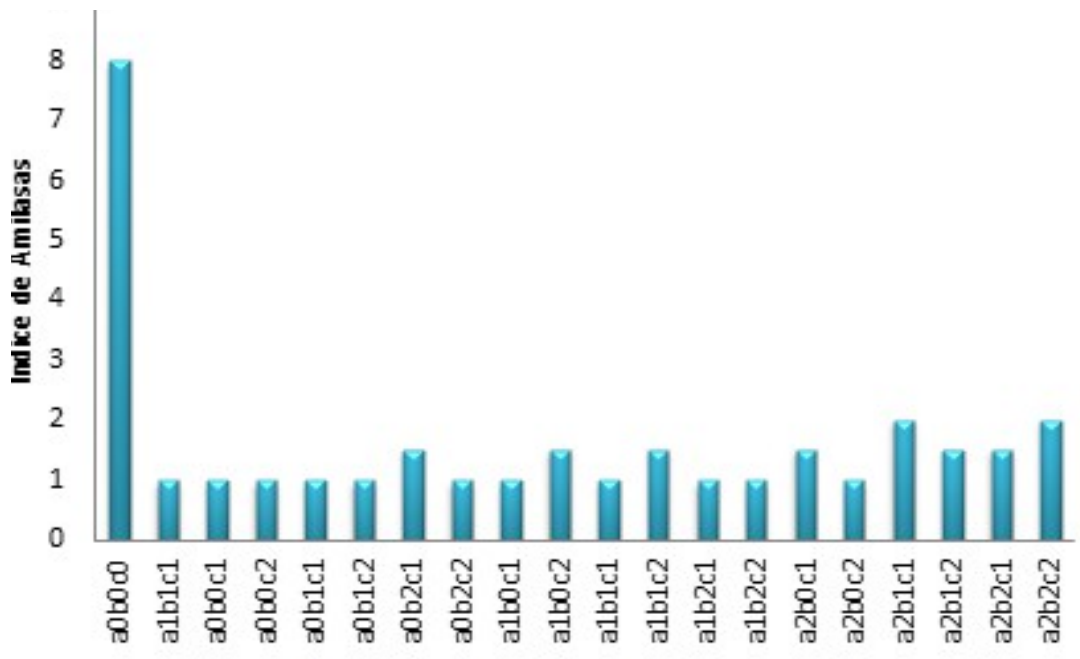
**GRÁFICO E-2 .MIXOLAB PROFILER:** Resultados del Índice de Amasado de la masa en todos los tratamientos

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**GRÁFICO E-3 .MIXOLAB PROFILER:** Resultados del Índice de Gluten de la masa en todos lo tratamientos

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**GRÁFICO E-4 .MIXOLAB PROFILER:** Resultados del Índice de Resistencia de la amilasa de la masa en todos los tratamientos



Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

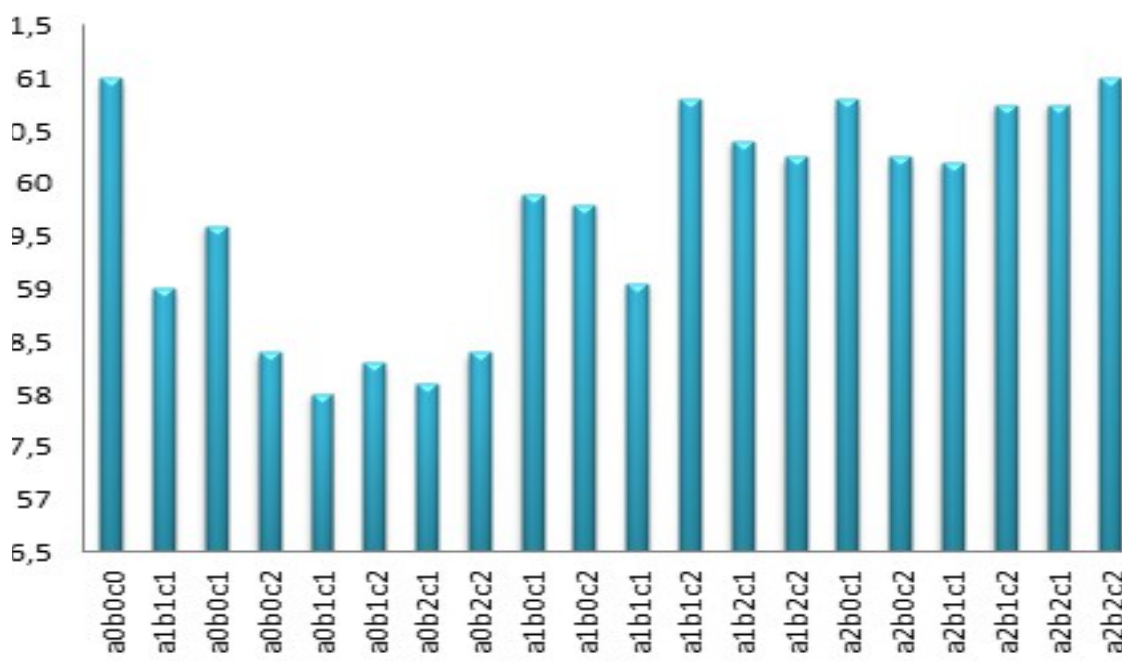
**GRÁFICO E-5 . MIXOLAB PROFILER:** Resultados del Índice de Viscosidad de gel de almidón de la masa en todos los tratamientos

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**GRÁFICO E-6 .MIXOLAB PROFILER:** Resultados del Índice de retrogradación de almidón de la masa en todos los tratamientos

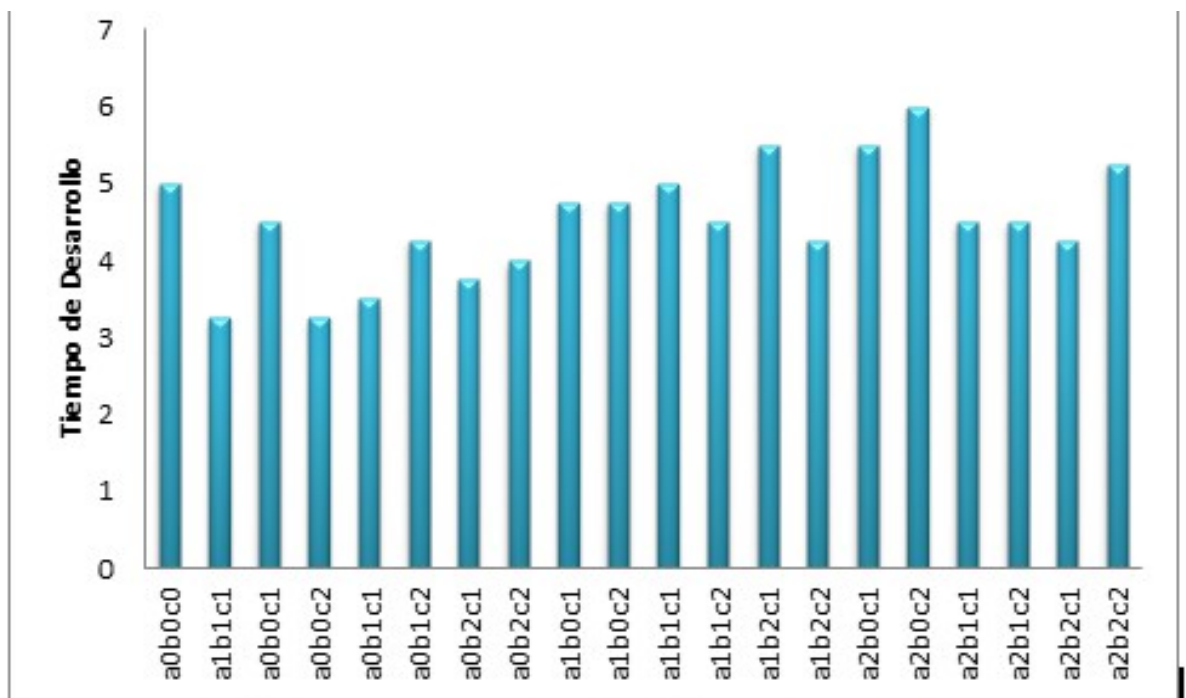
Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**GRÁFICO E-7 .MIXOLAB SYMULATOR:** Resultados de la Hidratación de la masa en todos los tratamientos



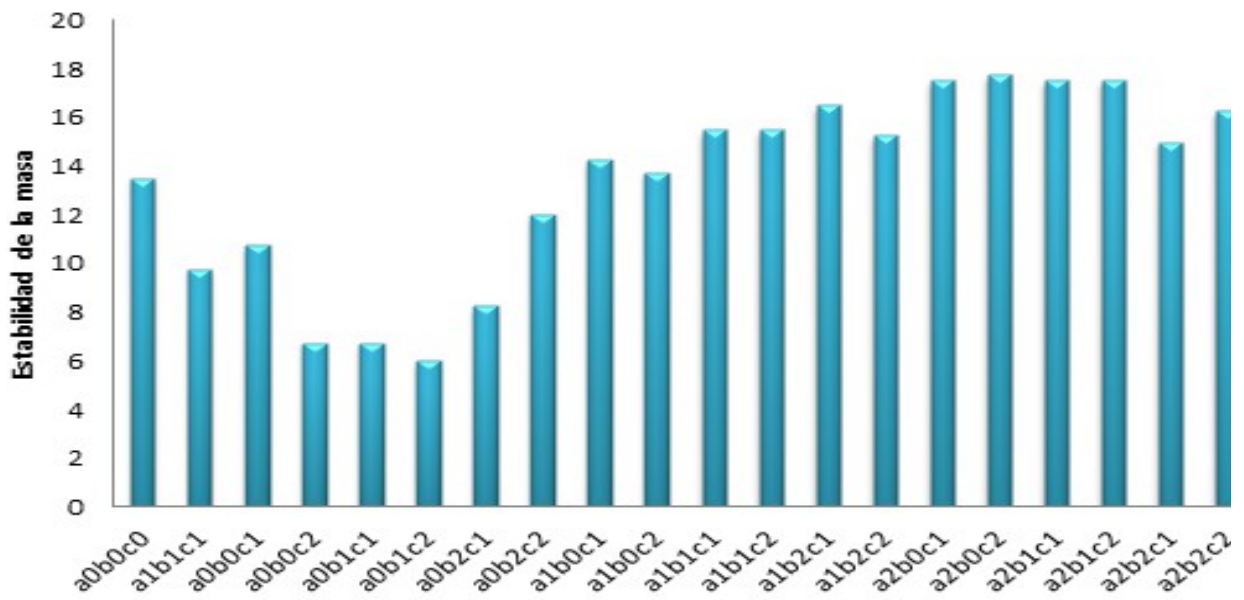
Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**GRÁFICO E-8. MIXOLAB SYMULATOR:** Resultados del Tiempo de Desarrollo de la masa en todos los tratamientos



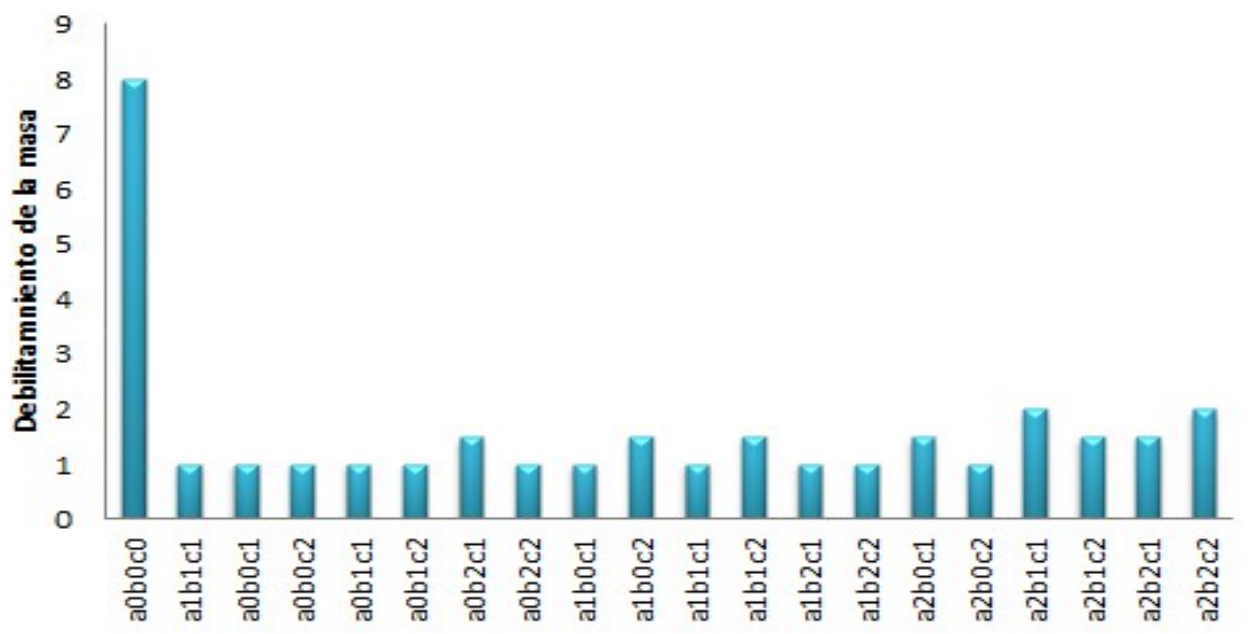
Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**GRÁFICO E-9. MIXOLAB SYMULATOR:** Resultados de la Estabilidad de la masa en todos los tratamientos



Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**GRÁFICO E-10. MIXOLAB SYMULATOR:** Resultados del Debilitamiento de la masa en todos lo tratamientos



Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-11.** Diferencia del Tiempo de Cocción en las pastas alimenticias

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-12.** Diferencia del % de Hinchamiento en las pastas alimenticias

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-13.** Diferenciación del grado de desintegración entre los mejores tratamientos en las pastas alimenticias

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-14.** Diferenciación del % de sólidos totales entre los mejores tratamientos en las pastas alimenticias

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-15.** Diferenciación del porcentaje de humedad entre los mejores tratamientos en las pastas alimenticias

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-16.** Diferenciación de la turbidez del agua de cocción entre los mejores tratamientos en las pastas alimenticias

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-17.** Diferenciación del Color de la pasta cocida entre los mejores tratamientos

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-18.** Diferenciación del Apelmazamiento de la pasta cocida entre los mejores tratamientos

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-19.** Diferenciación de la Firmeza de la pasta cocida entre los mejores tratamientos

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-20.** Diferenciación de la pegajosidad de la pasta cocida entre los mejores tratamientos

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.

**Gráfico E-21.** Diferenciación de la aceptabilidad de la pasta cocida entre los mejores tratamientos

Elaborado por: Alexandra Pungaña, 2012.



## **ANEXO F**

---

# **GRÁFICOS DEL MIXOLAB**

---

# MIXOLAB



CHOPIN Technologies  
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT  
 Z.I. DU VAL DE SEINE  
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE  
 FRANCE

## Trigo nacional-Tratamiento 16 (1)

Fecha: 04/05/2011

Hora: 12:11

Muestra:

Hidratación: 59,8% base 14% (67,1)

Contenido en agua : 13,3%

índice: 7-53-322

# MIXOLAB PROFILER

Protocolo: Chopin+

Peso de masa:

75,0 g

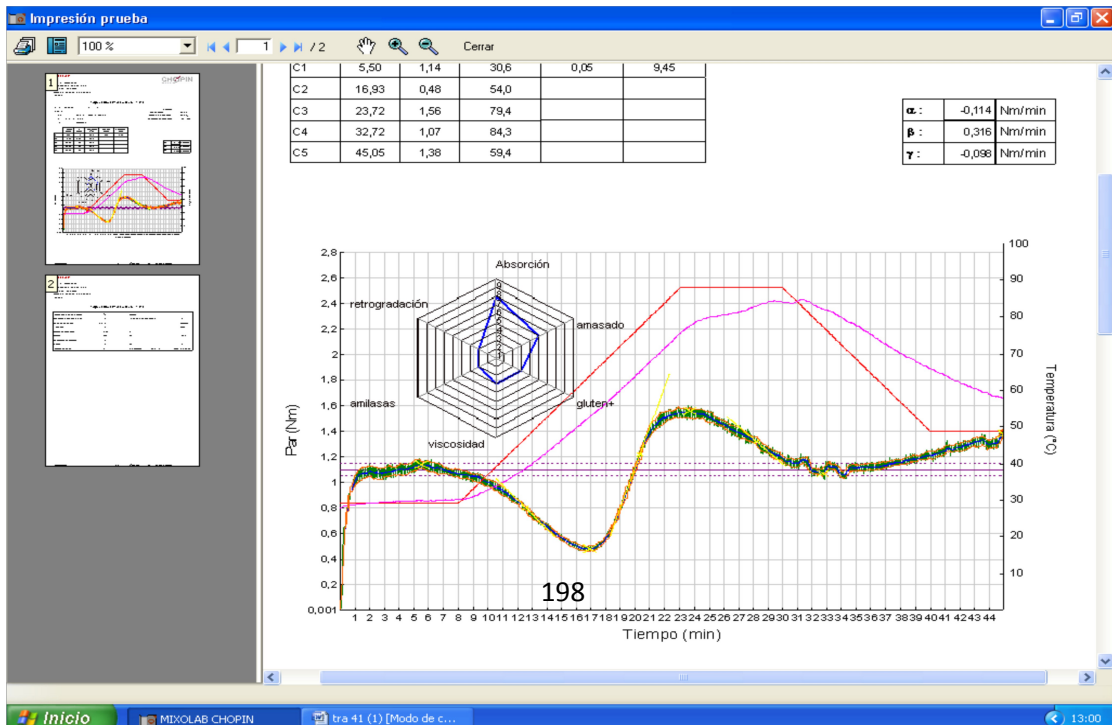
Temperatura depósito:

30,0 °C

Velocidad de amasado:

80 rpm

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (Nm)
C1	5,5	1,14	30,6	0,05	9,45
C2	16,93	0,48	54		
C3	23,72	1,56	79,4		
C4	32,72	1,07	84,3		
C5	45,05	1,38	59,4		



## MIXOLAB



CHOPIN Technologies  
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT  
 Z.I. DU VAL DE SEINE  
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE  
 FRANCE

### Trigo nacional-Tratamiento 16 (2)

Gráfico P-2

**Fecha:** 04/05/2011 **Hora:** 13:28

**Muestra:**

**Hidratación:** 59,9% base 14% (b14)

**Contenido en agua :** 13,0%%

**índice:** 7-44-322

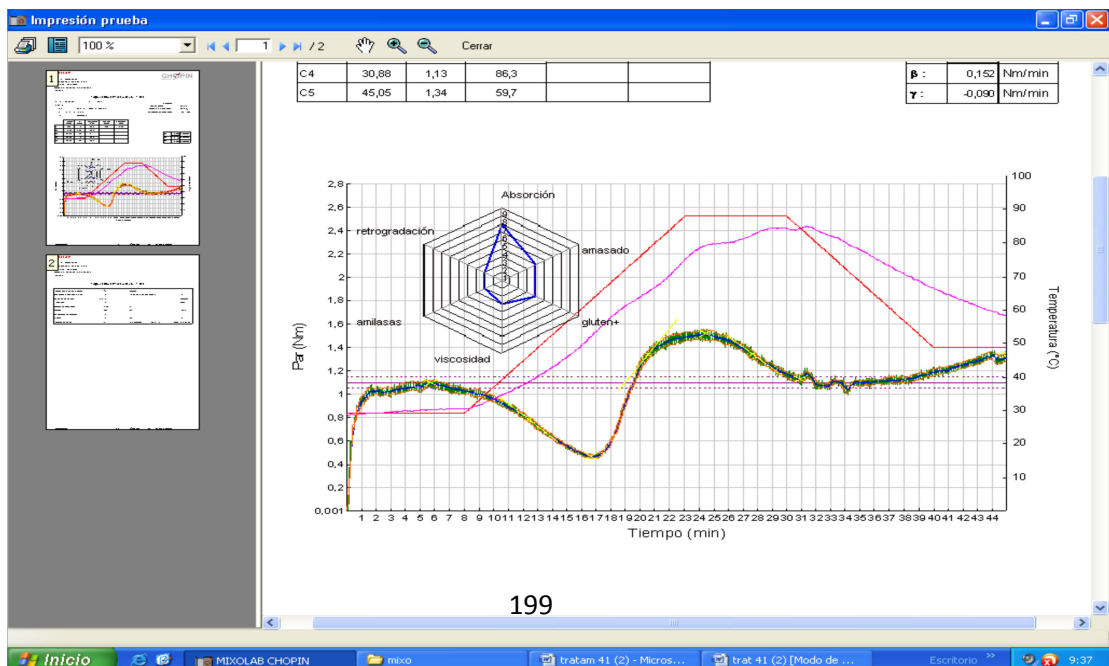
**Protocolo:** Chopin+

**Peso de masa:** 75,0 g

**Temperatura depósito:** 30,0 °C

**Velocidad de amasado:** 80 rpm

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (Nm)
C1	5,72	1,1	30,9	0,05	9,22
C2	16,65	0,47	53,4		
C3	24,47	1,52	81,1		
C4	30,88	1,13	86,3		
C5	45,05	1,34	59,7		



**MIXOLAB**

Gráfico F-3

**MIXOLAB**

CHOPIN Technologies  
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT  
 Z.I. DU VAL DE SEINE  
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE  
 FRANCE



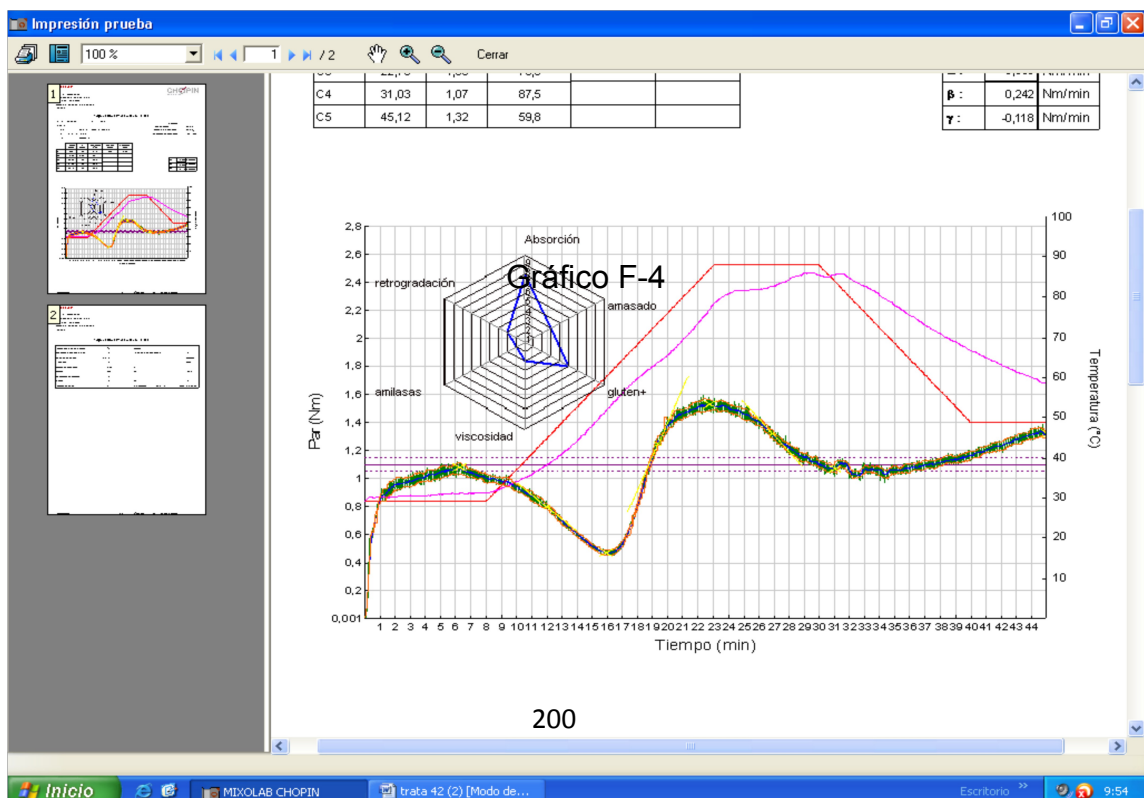
**Trigo nacional-Tratamiento 18 (2)**

Fecha: 04/05/2011 Hora: 16:28  
**Muestra:** Trigo nacional-Tratamiento 18( 1)

**Protocolo:** Chopin+  
 Peso de masa: 75,0 g  
 Temperatura depósito: 30,0 °C  
**Protocolo:** Chopin+  
 Velocidad de amasado: 80 rpm  
 Peso de masa: 75,0 g  
 Temperatura depósito: 30,0 °C  
 Velocidad de amasado: 80 rpm

Fecha: 12/05/2011 Hora: 14:22  
**Hidratación:** 59,8% base 14% (b14)  
**Muestra:**  
**Contenido en agua :** 12,9%  
**Indicación:** 60,05-212 base 14% (b14)  
**Contenido en agua :** 12,9%  
**índice:** 7-45-322

	Tiempo	Par	Temp. masa	Amplitud	Estabilidad
	(min)	(Nm)	(°C)	(Nm)	(Nm)
C1	1,28	1,08	31,9	0,08	42
C2	5,93	1,07	30,1	0,09	9,4
C3	16,78	0,73	57,8		
C4	22,75	1,07	79,4		
C5	30,98	1,08	87,7		
C6	45,12	1,32	59,8		
C7	45,05	1,4	58,9		



# MIXOLAB

CHOPIN Technologies



20 AV. MARCELLIN BERTHELOT  
Z.I. DU VAL DE SEINE  
92390 VILLENEUVE LA GARENNE  
FRANCE

## Harina de trigo-Trigo importado (pastas)

Date : 05/30/2011

Hour: 09:59

Sample :

Protocol : Chopin+

Water absorption : 59,9% base 14% (b14)

Peso de la masa : 75,0 g

Moisture content : 12,9%%

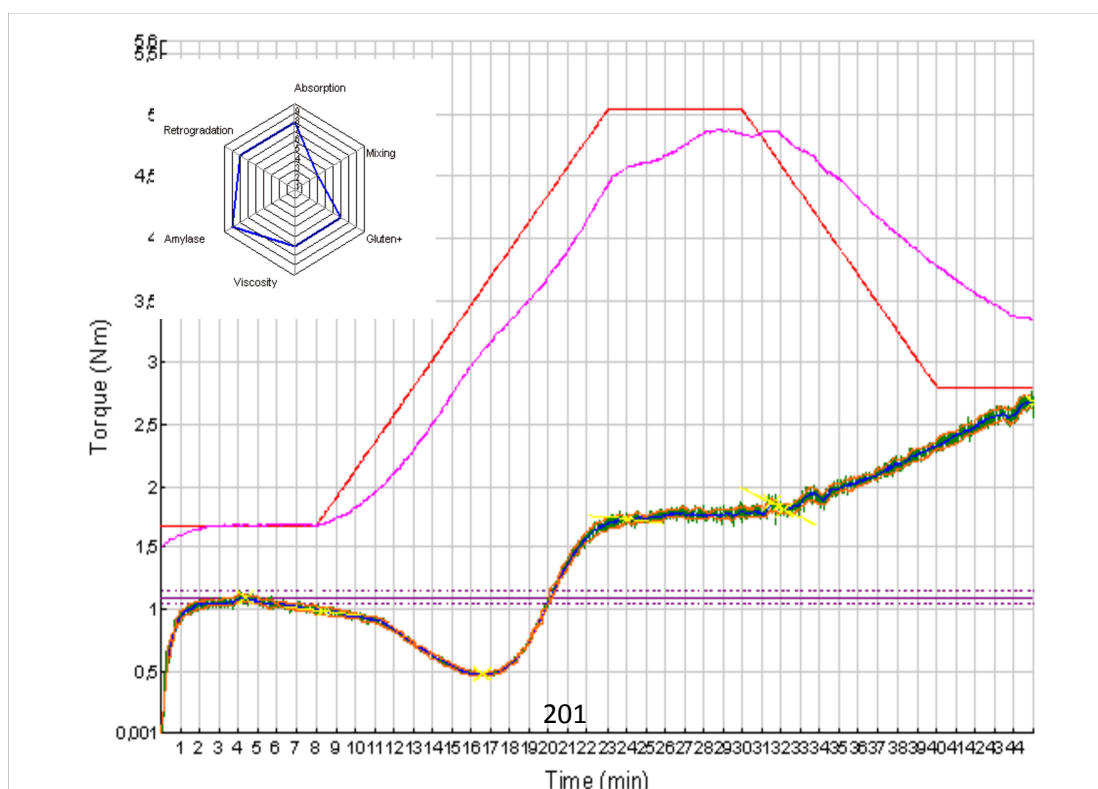
Temperatura del deposito : 30,0 °C

Index : 7-36-687

Velocidad de amasado: 80 rpm

Gráfico F-5

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (Nm)
C1	4,33	1,1	30,3	0,06	8,82
C2	16,57	0,48	55,1		
C3	31,53	1,87	87,1		
C4	32,18	1,81	85,9		
C5	45,03	2,68	59,7		



# MIXOLAB

CHOPIN Technologies



20 AV. MARCELLIN BERTHELOT  
Z.I. DU VAL DE SEINE  
92390 VILLENEUVE LA GARENNE  
FRANCE

## Gráfico F-6 TRIGO IMPORTADO

### Harina de trigo-Blanco 2

Date : 05/30/2011 Hour: 11:13

Sample :

Water absorption : 59,9% base 14% (b14)

Moisture content : 12,9%%

Index : 7-36-787

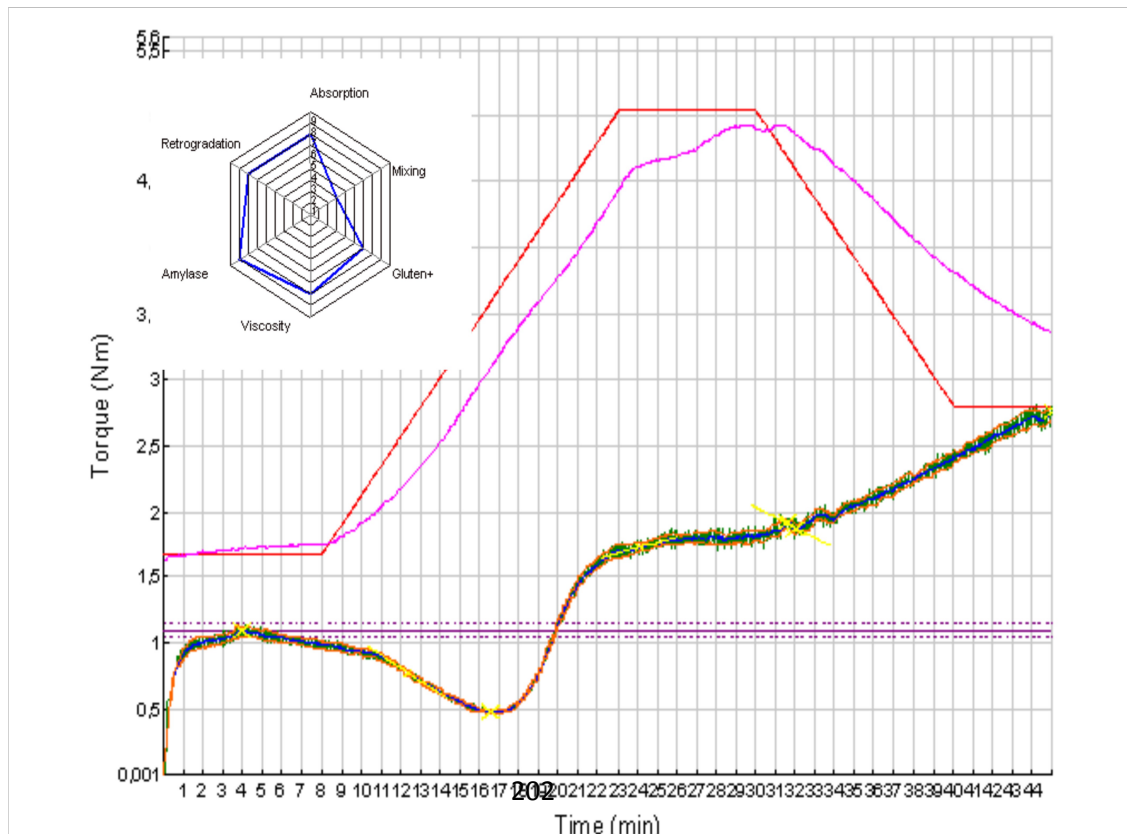
Protocol : Chopin+

Peso de la masa : 75,0 g

Temperatura del deposito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (Nm)
C1	3,98	1,1	30,6	0,08	8,32
C2	16,58	0,48	55,4		
C3	31,6	1,92	87,8		
C4	32	1,87	86,9		
C5	45,07	2,76	60,1		



**MIXOLAB**



CHOPIN Technologies  
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT  
Z.I. DU VAL DE SEINE  
92390 VILLENEUVE LA GARENNE  
FRANCE

# MIXOLAB

# SYMMULATOR

Trigo Nacional Tratamiento 16 (1)

Fecha: 05/05/2011 Hora: 10:07

Muestra:

Protocolo: Chopin S

Peso de masa: 75,0 g

Temperatura depósito: 30,0 °C

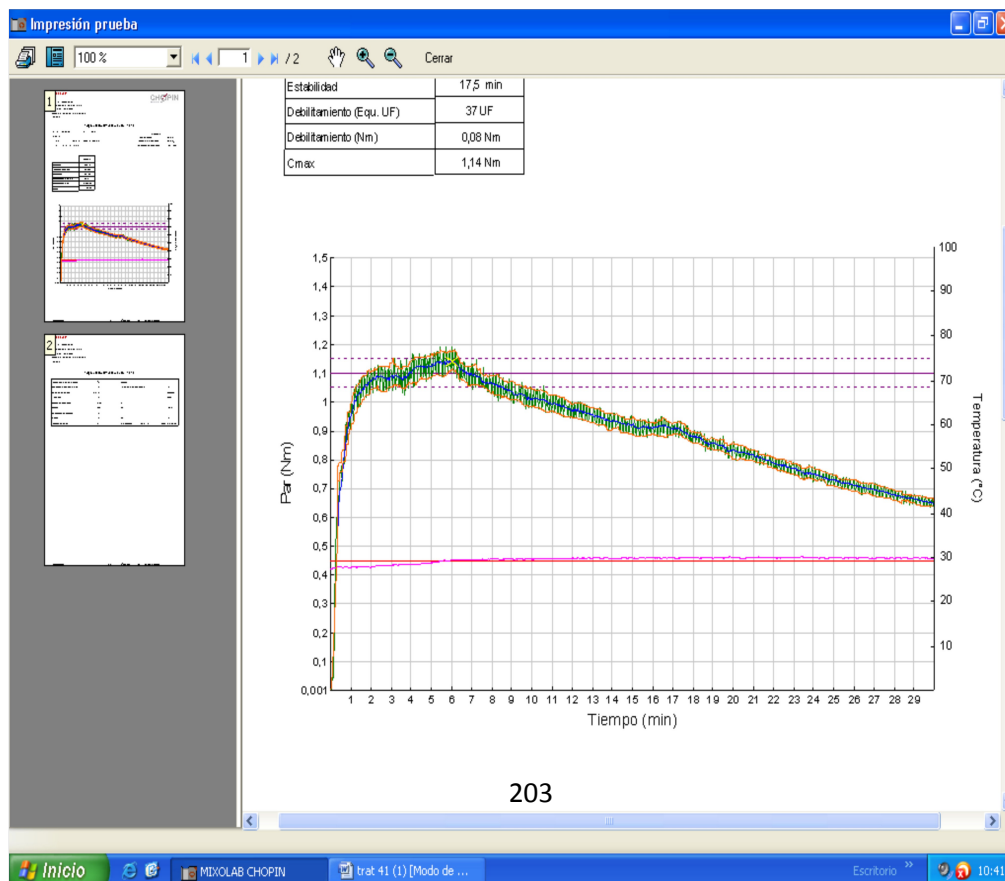
Velocidad de amasado: 80 rpm

Hidratación: 59,8% base 14% (b14)

Contenido en agua : 12,9%

Chopin S	
Absorción	60,5 %
Tiempo de desarrollo	4,5 min
Estabilidad	17,5 min
Debilitamiento (Equ. UF)	37 UF
Debilitamiento (Nm)	0,08 Nm
Cmax	1,14 Nm

Gráfico F-7



# MIXOLAB

## MIXOLAB

CHOPIN Technologies  
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT  
 Z.I. DU VAL DE SEINE  
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE  
 FRANCE

Gráfico F-8



Fecha: 05/05/2011 Hora: 10:57

Muestra: Trigo nacional-Tratamiento 18 (1)

Protocolo: Chopin S

Hidratación: 59,9% base 14% (b14)

Peso de masa: 75,0 g

Fecha: 12/05/2011  
 Contenido en agua : 12,9%

Hora: 16:44

Temperatura depósito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

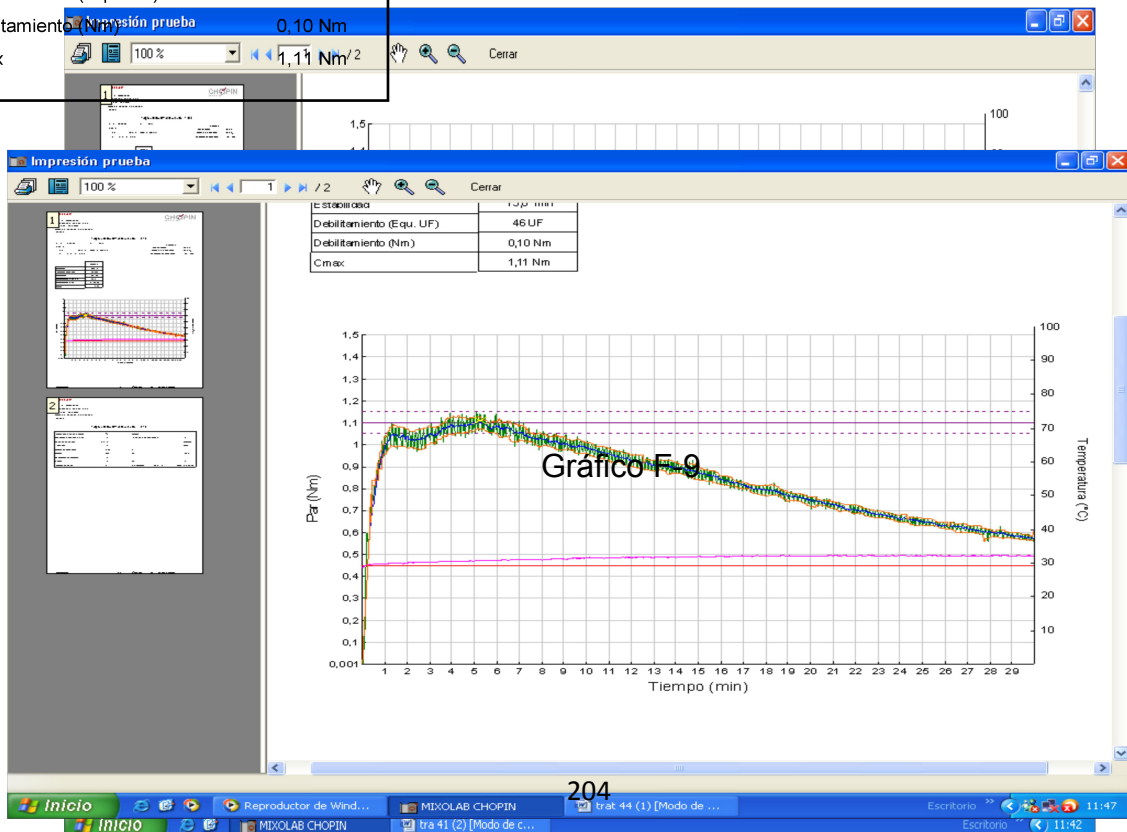
Protocolo: Chopin S

Peso de masa: 75,0 g

Temperatura depósito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

Hidratación:	59,9%	base 14% (b14)
Contenido en agua :	12,9%	Chopin S
Absorción	59,9 %	
Tiempo de desarrollo	4,5 min	
Estabilidad	17 Chopins	
Debilitamiento (Equ. UF)	34 UF	
Absorción	60,8 %	
Debilitamiento (Nm)	0,07 Nm	
Tiempo de desarrollo	4,0 min	
Cmax	1,11 Nm	
Estabilidad	13,0 min	
Debilitamiento (Equ. UF)	46 UF	
Debilitamiento (Nm)	0,10 Nm	
Cmax	1,11 Nm	





## MIXOLAB

CHOPIN Technologies  
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT  
Z.I. DU VAL DE SEINE  
92390 VILLENEUVE LA GARENNE  
FRANCE



### Trigo nacional-Tratamiento 18 (2)

Fecha: 13/05/2011 Hora: 10:57

Muestra:

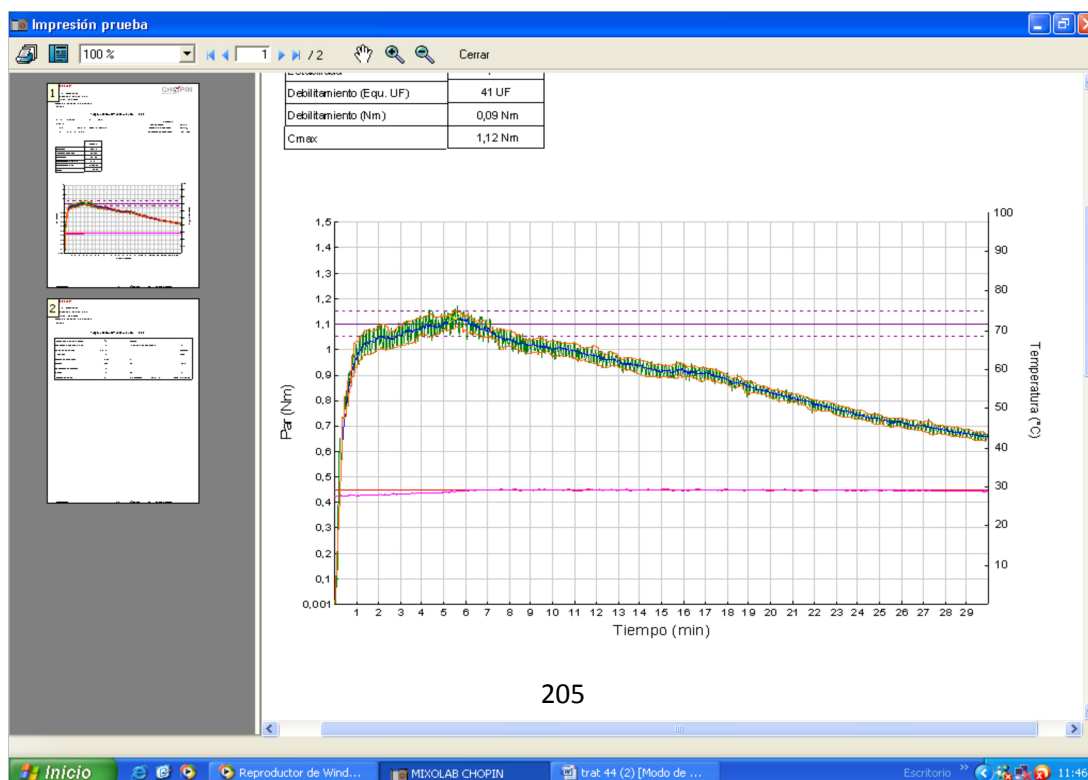
Hidratación: 59,9% base 14% (b14)  
Contenido en agua : 12,9%

Protocolo: Chopin S

Peso de masa: 75,0 g  
Temperatura depósito: 30,0 °C  
Velocidad de amasado: 80 rpm

Chopin S	
60,7 %	Absorción
Tiempo de desarrollo	4,5 min
Estabilidad	17,0 min
Debilitamiento (Equ. UF)	41 UF
Debilitamiento (Nm)	0,09 Nm
Cmax	1,12 Nm

Gráfico F-10



## MIXOLAB

### Gráfico F-11



CHOPIN Technologies  
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT  
Z.I. DU VAL DE SEINE  
92390 VILLENEUVE LA GARENNE  
FRANCE

### Harina de trigo-Blanco2

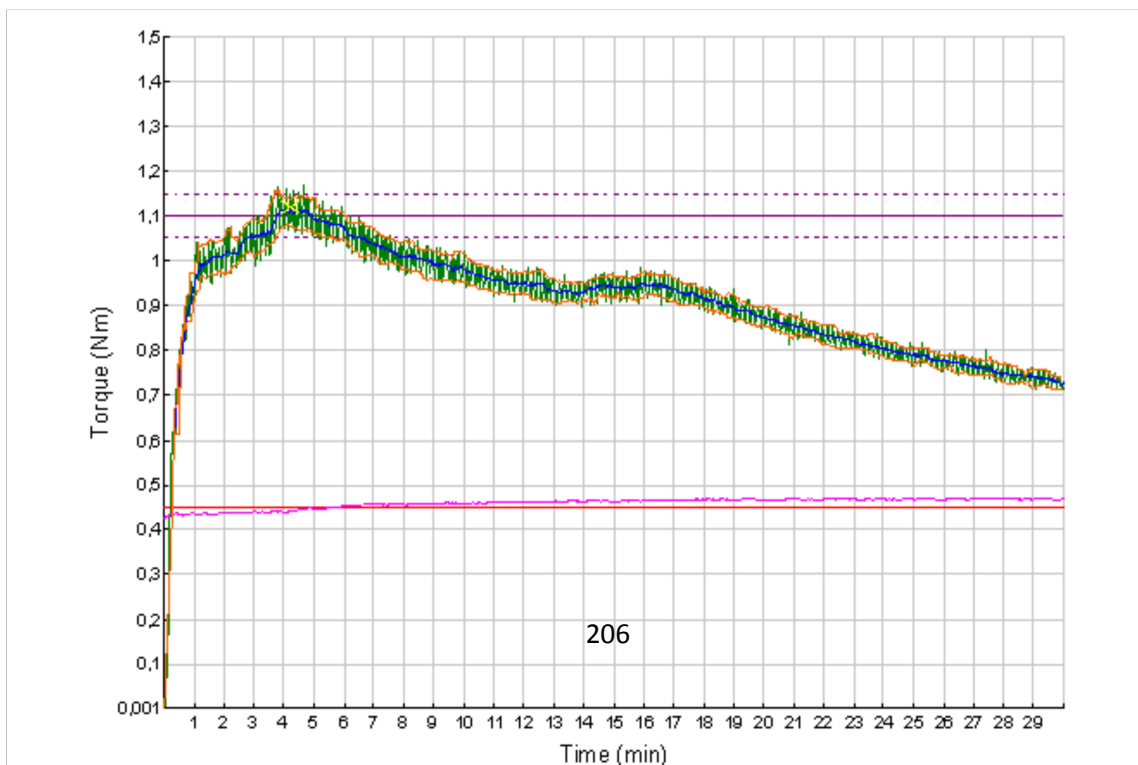
**Date :** 05/30/2011      **Hour:** 13:23

**Sample :**

**Water absorption :** 59,8%      base 14% (b14)  
**Moisture content :** 12,9%

**Protocol :** Chopin S  
**Peso de la masa:** 75,0 g  
**Temperatura del deposito:** 30,0 °C  
**Velocidad de amasado:** 80rpm

Chopin S	
Water absorption	61,2 %
Development Time	5,5 min
Stability	15,5 min
Softening (FU Equ.)	46 FU
Softening (Nm)	0,10 Nm
Cmax	1,12 Nm



Fuente: Mixolab CHOPIN

## **ANEXO G**

---

# **NORMAS INEN**

---

**ANEXO G-1**



**INSTITUTO ECUATORIANO DE  
NORMALIZACIÓN**

Quito – Ecuador

**HARINA DE TRIGO. REQUISITOS.**

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA  
616:2006**

**NTE INEN**

---

**Tercera revisión**

**Primera Edición**

---

DESCRIPTORES: Trigo, harina, productos de molinería.



**3.1 Harina de trigo.** Es el

**3.6 Ha**

**4.1.1 E)**

**4.2 Harina integral.** |

**HAR  
R**

os requisitos que de

**2**  
que se destina al co

**3. D**  
riticumvulgare, Triti

to, en porcentaje de

hidratación de la ha

que en presencia de

. Es la harina que co

s micronutrientes. E

**4. C**  
i harina de trigo, de

**4.1 Ha**  
ada con blanquead  
artes de éste, que p

**4.3 Harinas especiales.** Son harinas con un grado de extracción bajo, como lo permita el proceso de industrialización, cuyo destino es la fabricación de productos de pastificio, galletería y derivados de harinas auto leudantes, que puede ser tratadas con mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificadas con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.3.1 Harina para pastificio.** Es el producto definido en 4.3, elaborado a partir de trigos aptos para estos productos, que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificadas con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.3.2 Harina para galletas.** Es el producto definido en 4.3, elaborado a partir de trigos blandos y suaves o con trigos aptos para su elaboración, que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificadas con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.3.3 Harina auto leudante.** Es el producto definido en 4.3, que contiene agentes leudantes y que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificadas con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.4 Harina para todo uso.** Es el producto definido en 3.1, proveniente de las variedades de trigo Hard Red Spring o Norther Spring Hard Red Winter, homólogos canadienses y trigos de otros orígenes que sean aptos para la fabricación de pan, fideos, galletas, etc. tratada o no con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificadas con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Generales

**5.1.1** la harina de trigo debe presentar un color uniforme, variando del blanco al blanco-amarillento, que se determina de acuerdo a la NTE INEN 528.

**5.1.2** La harina de trigo debe tener el olor y sabor característico del grano de trigo molido, sin indicios de rancidez o enmohecimiento.

**5.1.3** La harina de trigo presentara ausencia total de otro tipo de harina tal como se define

**5.2.1.1** Las harinas auto leudantes pueden contener agentes leudantes, tales como bicarbonato de sodio y fosfato monocálcico o pirofosfato ácido de sodio o tartrato ácido de potasio o fosfato ácido de sodio y aluminio.

**5.2.1.2** Las harinas auto leudantes pueden contener, a más del agente leudante: grasas, sal, azúcar, emulsificantes, saborizantes, sustancias de enriquecimiento y otros ingredientes autorizados.

**5.2.1.3** Bicarbonato de sodio y fosfato monocálcico, leudantes artificiales más comunes, pueden usarse combinados hasta un límite máximo de 4.5 % (m/m).

#### **5.2.2** *Mejoradores y/o blanqueadores*

**5.2.2.1** Cloro; blanqueador de harina, máximo 100 mg/kg, solo en harinas destinadas para repostería.

**5.2.2.2** Dióxido de cloro: blanqueador y madurador de harina, máximo 30 mg/kg.

**5.2.2.3** Peróxido de benzoilo; blanqueador de harina, máximo 30 mg/kg.

**5.2.2.4** Ácido ascórbico; mejorador de harina, máximo 200 mg/kg

**5.2.2.5** Azodicarbonamida; mejorador de harina, máximo 45 mg/kg.

**5.2.2.6** Bromato de potasio; no se admite su uso en harinas para panificación y su valor determinado según la NTE INEN 525 debe ser "ausencia".

#### **5.2.3** *Sustancias de fortificación*

**5.2.3.1** Todas las harinas de trigo, independientemente de si, son blanqueadas, mejoradas, con productos málticos, enzimas diastáticas, leudantes, etc., deberán ser fortificadas con las siguientes sustancias micronutrientes, de acuerdo a lo especificado en la tabla 1.

**TABLA 1. Sustancias de fortificación.**

<b>SUSTANCIAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>REQUISITO MÍNIMO</b>
Hierro reducido o micronizado	mg/kg	55,0
Tiamina (Vitamina B <sub>1</sub> )	mg/kg	4,0
Riboflavina (vitamina B <sub>2</sub> )	mg/kg	7,0

**TABLA 2. Requisitos físicos y químicos de la harina de trigo.**

REQUISITOS	Unid.	Harina panificable		Harina integral		Harinas especiales			Harinas para todo uso		Método de ensayo			
		Extra		Min.	Máx.	Pastificios		Galletas		Autoleud.				
		Min.	Máx.			Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.		Máx.		
Humedad	%	-	14,5	-	15	-	14,5	-	14,5	-	14,5	NTE INEN 518		
Proteína (base seca)	%	10	-	11	-	10	-	9	-	9	-	NTE INEN 519		
Cenizas (base seca)	%	-	*0,75	-	2	-	0,8	-	0,75	-	3,5	-	0,85	NTE INEN 520
Acidez (Exp. en ácido sulfúrico)	%	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	NTE INEN 521
Gluten húmedo	%	25	-	-	-	23	-	23	-	23	-	25	-	NTE INEN 522

\* Para el caso de harinas panificables enriquecida extra, el porcentaje de cenizas será máximo de 1,6%

**5.4 Requisitos microbiológicos.** La harina de trigo debe cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la tabla 3.

**TABLA 3. Requisitos microbiológicos.**

Requisitos	Unidad	Límite máximo	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	100 000	NTE INEN 1 529-5
Coliformes	ufc/g	100	NTE INEN 1 529-7



En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre las muestras reservadas para el efecto. Si se repite en el análisis un requisito no satisfactorio, la decisión de aceptación o rechazo del lote se tomara en común acuerdo entre el comprador y el vendedor, según el plan de muestreo acordado a lo estipulado en la NTE INEN 617.

## 7. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

**7.1** La harina de trigo debe almacenarse en sitios que se encuentren ventilados, protegidos de la humedad, infestación y/o contaminantes.

**7.2 Envasado.** La harina debe envasarse en recipientes limpios, resistentes a la acción del producto, de tal manera que no alteren las cualidades higiénicas, nutritivas y técnicas del producto.

**7.3 Rotulado.** Los envases deben llevar etiquetas de material que pueda ser cocido o de fácil adherencia a los mismos. Cada etiqueta llevara impresa, con características legibles e indelebles, la siguiente información:

a) número de Registro Sanitario,

b) número de identificación del lote,

c) designación del producto, ejemplo: "Harina de trigo panificable extra fortificada",

d) marca comercial registrada.

e) razón social del fabricante,

f) ingredientes, se mencionaran por sus nombres específicos, ejemplo: trigo, hierro, tiamina (Vitamina B1), riboflavina (Vitamina B2), ácido fólico, niacina, y otros como blanqueadores, mejoradores, etc. en caso de que sean agregados; en orden decreciente de sus masas. Para envases pequeños de plástico o papel, deberá registrarse la formula cuantitativa de sus componentes.

g) contenido neto expresado en unidades del SI,

h) fecha de elaboración,

i) fecha de caducidad o duración mínima,

j) instrucciones para su conservación,

**A.1** Podrán aceptarse los lotes (o partidas) de harina que cumplan con los requisitos microbiológicos del programa de atributos constante en la tabla A.1.

**TABLA A.1 Requisitos microbiológicos de la harina (lotes o partidas)**

Requisitos	Unidad	n	e	m	M	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	5	1	$10^5$	$10^5$	NTE INEN 1 529-5
Coliformes	ufc/g	5	2	$10^2$	$10^3$	NTE INEN 1 529-7
E. Coli	ufc/g	5	2	0		NTE INEN 1 529-8
Salmonella	ufc/25g	5	0	0	$10^3$	NTE INEN 1 529-15
Mohos y levaduras	ufc/g	5	2	$5 \cdot 10^2$		NTE INEN 1 529-10

En donde:

**n** = número de muestras de lote que deben analizarse,

**e** = número de muestras defectuosas aceptables,

**m** = limite de aceptación,

**M** = limite de rechazo.

## APÉNDICE Z

<b>Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSIDERAR</b>	
	Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de las partículas
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 517. 1981	Harina de origen vegetal. Determinación de la pérdida de calentamiento.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 518. 1981	Harina de origen vegetal. Determinación de la proteína.
	Harina de origen vegetal. Determinación de la ceniza.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 519. 1981	Harina de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 520. 1981	Harina de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 521. 1981	Harina de origen vegetal. Determinación de la grasa.
	Harina de origen vegetal. Determinación del bromuro de potasio en harinas blanqueadas y en harina integral. (Método cualitativo y cuantitativo)
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 522. 1981	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 523. 1981	Harina de origen vegetal. Determinación de la concentración del ión hidrógeno.
	Harina de trigo. Apreciación del color.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 525. 1981	Harina de trigo. Determinación del gluten.
	Harina de trigo. Ensayo de panificación.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 526. 1981	Harina de trigo. Determinación de la sedimentación.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 528. 1981	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 529. 1981	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 530. 1981	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 531. 1981	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 617. 1981	
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 529-5. 1995	

**INFORMACION COMPLEMENTARIA**

**Documento:** TITULO: HARINA DE TRIGO. REQUISITOS

**Código:**

**NTE INEN 616**

**AL.02.02-401**

**Tercera revisión**

**ORIGINAL:**

Fecha de iniciación de estudio:

**REVISIÓN:**

Fecha de aprobación anteriores por Consejo Directivo 1998-01-28

Oficialización con el Carácter de Obligatoria

Por acuerdo No. 0163 de 1998 -03 -16

Publicado en el Registro Oficial No. 286 de 1998-03-30

Fecha de iniciación del estudio. 2005 – 02 - 17

**Fechas de consulta pública de:**

**a**

**Subcomité Técnico:** HARINAS

**Fecha de iniciación:** 2005 – 08 – 24

**Fecha de aprobación:** 2005 – 08 – 24

**Integrantes del Subcomité Técnico:**

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Carlos Guerrero (Presidente)

MOLINOS "LA UNIÓN"

Ángel Ulloa

UTA-FCIAL

Juan Jalil

SUPAN

Isidro Cayambe

MOLINO ELECTRO MODERNO

Carlos San Lucas

SUPAN

Ivp Klaric

MOLINOS DEL ECUADOR

Daniel Rivero

MOLINOS POULTIER

Eduardo López

MOLINOS POULTIER

Leyda Triana

INSTITUTO DE HIGIENE DE QUAYAOQUI

**ANEXO G-2**



**INSTITUTO ECUATORIANO DE  
NORMALIZACIÓN**

Quito – Ecuador

**PASTAS ALIMENTICIAS O FIDEOS**

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA  
1375:2000**

**NTE INEN**

---

**Primera Revisión**

**Primera Edición**

---

DESCRIPTORES: Pastas Alimenticias o fideos.

AL 02.02-401

CDU: 633.11



Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	PASTAS ALIMENTICIAS O FIDEOS REQUISITOS	NTE INEN 1375:2000 Primera revisión 2000-07
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p><b>1.1</b> Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las pastas alimenticias o fideos.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p><b>2.1</b> Esta norma se aplica a todas las clases de pastas alimenticias o fideos, se incluye a las pastas o fideos frescos.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p><b>3.1</b> Pastas alimenticias o fideos. Con la denominación genérica de pastas alimenticias o fideos se entiende los productos no fermentados obtenidos por la mezcla de agua potable con harina y/u otros derivados del trigo aptos para consumo humano sometidos a un proceso de laminación y/o extrusión y a una posterior desecación, según su deseo.</p> <p><b>3.2</b> Pastas alimenticias o fideos simples son los productos definidos en 3.1 sin la adición de ningún otro ingrediente.</p> <p><b>3.3</b> Pastas alimenticias o fideos compuestos. Son los productos definidos en 3.1 a los que se les ha incorporado en el proceso de elaboración algunas o varias de las siguientes sustancias comestibles gluten, soya, huevos frescos o deshidratados, leche, verduras frescas, desecados o en conserva, jugos y extractos.</p> <p><b>3.4</b> Pastas alimenticias o fideos rellenos. Son los productos definidos en 3.1 simples o compuestos que contienen en su interior un preparado elaborado con una o varias de las siguientes sustancias comestibles carnes de animales de abastos, grasas de animales o vegetales productos de pesca, verduras, huevos frescos o deshidratados, derivados, lácteos u otras sustancias comestibles aprobadas por la autoridad sanitaria competente con la adición de especias y condimentos autorizados.</p> <p><b>3.5</b> Pastas o fideos especiales. Son los productos obtenidos por la mezcla de derivados del trigo y/u otras fantasías aptas para el consumo humano y/o adicionados otros ingredientes permitidos excepto aquellos que se han usado para enmascarar defectos físicos y sabores no deseados.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. CLASIFICACIÓN</b></p> <p><b>4.1</b> Por su contenido de humedad</p> <p><b>4.1.1</b> Pastas alimenticias o fideos frescos: Son las pastas alimenticias que presentan aspecto homogéneo y caracteres organolépticos normales con una humedad máxima de 28%</p> <p><b>4.1.2</b> Pastas alimenticias o fideos secos. Son las pastas alimenticias sometidas a un adecuado proceso de desecación. Deben presentar un aspecto homogéneo caracteres organolépticos</p>		

## 1.1 Por su forma

1.1.1 Pastas alimenticias largas o fideos largos. Tallarines, espagueti, fettuccini y otros.

1.1.2 Pastas alimenticias cortos o fideos cortos. Su nombre deriva generalmente de la figura formada y que tienen una longitud menor a 6cm. lazos, codito, caracoles, conchitas, tornillo, macarrón, letras, números, animalitos y otros.

1.1.3 Pastas alimenticias enroscadas o fideos enroscados. Son las pastas alimenticias o fideos largos que tienen forma de rosca, nido y otros.

## 1.2 Por su composición

1.2.1 Pastas alimenticias con huevo o fideos con huevo o al huevo. Son las pastas a las cuales durante el proceso, se les incorpora como mínimo dos huevos frescos enteros o su equivalente en huevo congelado, deshidratado por cada kilogramo de harina debiendo tener un contenido de por lo menos 350 mg/ kg. de colesterol calculado sobre sustancia seca en la pasta.

1.2.2 Pastas alimenticias con vegetales o fideos con vegetales. Son las pastas alimenticias a las cuales durante el proceso se les agrega vegetales frescos deshidratados o congelados o en conserva jugos y extractos como zanahorias, remolachas, espinacas, tomates, pimientos o cualquier otro vegetal aprobado por la autoridad sanitaria competente.

1.2.3 Pastas alimenticias de sémola de trigo durum o fideos de sémola de trigo durum. Son las pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con sémola de trigo durum.

1.2.4 Pastas alimenticias de sémola o fideos de sémola. Son las pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con sémola.

1.2.5 Pastas alimenticias de sémola de trigo durum y sémola o fideos de sémola de trigo durum y sémola. Son las pastas alimenticias elaboradas con la mezcla de sémola de trigo durum y sémola.

1.2.6 Pastas alimenticias de harina de trigo o fideos de harina de trigo. Son las pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con harina de trigo enriquecida con vitaminas y minerales.

1.2.7 Pastas alimenticias de mezclas o fideos de mezclas. Son las pastas alimenticias elaboradas con mezclas de harina con sémola o semolina de trigo, agua potable con la adición de otras sustancias de uso permitido.

## 2. DISPOSICIONES GENERALES

2.1 El producto debe elaborarse en condiciones apropiadas cumpliendo con las normas sanitarias vigentes.

2.2 El color debe ser natural procedente de los macro y micro ingredientes utilizados como materia prima



2.3 Se permite la adición de B-caroteno como coadyuvante de elaboración.

2.4 Las pastas alimenticias con vegetales agregados demostraran, al examen microscópico de la pasta cocida una distribución homogénea del vegetal añadido y la estructura histológica del mismo

2.5 El contenido de solidos totales o extracto seco proveniente de los vegetales será mínimo 3%.

2.6 Se permite la adición de fosfato disodico en una dosis mínima de 0.5% y máxima de 1.0% en peso de harina.

2.7 Las pastas frescas deben mantenerse en refrigeración y consumirse dentro de las 48 horas siguientes a su elaboración.

### 3. REQUISITOS

#### 6.1 Requisitos específicos

3.1.1 Las pastas alimenticias deben elaborarse con harinas u otros derivados del trigo que cumplan con lo especificado en la NTE INEN 616.

3.1.2 Las pastas alimenticias ensayadas de acuerdo a las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1

TABLA 1. Requisitos para las Pastas Alimenticias

Requisito	Min	Max	Método de ensayo
Humedad pastas frescas %	-	28.0	NTE INEN 518
Humedad pastas secas %	-	14.0	NTE INEN 518
Cenizas sobre sustancias seca %	-	-	NTE INEN 520
100% sémola de trigo durum	1.00	1.20	
100% sémola de trigo	-	0.55	
Mezcla con mínimo 50% de sémola de trigo	-	0.90	
100% harina de trigo	-	0.85	

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 520 1981	Harinas de origen vegetal Determinación de la ceniza
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 521 1981	Harinas de origen vegetal Determinación de la acidez
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616 1981	Harina de trigo Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 334 1999	Rotulado de productos alimenticios para consumo humano Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529 5 1990	Control microbiológico de los alimentos Determinación de microorganismos aerobios
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-6 1990	Control microbiológico de los alimentos Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del número más probable
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-8 1990	Control microbiológico de los alimentos Determinación de coliformes fecales y eschenchiacoli.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529 10 1998	Control microbiológico de los alimentos Mohos y levaduras viables Recuento en placa por siembra en profundidad.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529 14 1998	Control microbiológico de los alimentos Staphylococcus aureus Recuento en placa por siembra por extensión en superficie.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 1529 15 1996	Control microbiológico de los alimentos Salmonella Método de detección

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Técnica Colombiana NTC 1055 Productos Alimenticios Harinas, Feculas, Almidones y sus productos Pastas alimenticias Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá 1996.

Norma Técnica Venezolana COVENIN 283 1994 Pastas alimenticias Caracas 1994

Documento: NTE INEN 1 375 Primera revisión	TITULO: PASTAS ALIMENTICIAS O FIDEOS REQUISITOS	Código: AL 02.02-402
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio 19	REVISION: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1985-12-26 Oficialización con el carácter de Por Acuerdo N° 61 de 1986-02-04 Publicado en el Registro Oficial N° 376 de 1986-02-17	
	Fecha de iniciación del estudio	

Fecha de consulta pública: de 3

Subcomité Técnico: PASTAS ALIMENTICIAS  
Fecha de iniciación: 1990-04-29  
Integrantes del Subcomité Técnico:

Fecha de aprobación 1999-12-01

NOMBRES:

Dra. Mayra Manzo (Presidente)

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE  
GUAYAQUIL  
SUMESA S.A.  
LA UNIVERSAL S.A.

Ing. Freddy Erazo

Ing. Emilio Ruiz

Ing. Mireya de Salazar LA UNIVERSAL S.A.

Ing. Nelson Burbano FABRICA ITALIANA

Ing. Laura Inés Zalamea

Tlga. Ximena Jácome

Ing. Geovanna Caza

Ing. Isabel Muñoz

Q.F. Luisa Ponguillo

MOPASA

INDUSTRIAS ALIMENTICIAS ORIENTAL S.A.

FIDEOS CAYAMBE, MOLINOS LA UNION

TRIBUNA DE CONSUMIDORES Y USUARIOS

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE

GUAYAQUIL

CRINAL

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE-QUITO

FIDEOS "DON VITTORIO"

INEN-Reg. Chimborazo

Ing. Marpia Salazar

Dra. Rosa Rivadeneira de León

Sra. Martha G. de Rodríguez

Tlga. María Dávalos (Secretaria Técnica)

Otros trámites

CARÁCTER Se recomienda su aprobación como:

Aprobación por Consejo Directivo en sesión de  
2000-05-30 como: OBLIGATORIA

Oficializada como: Obligatoria  
Por acuerdo ministerial N° 2000399 de 2000-07-10  
Registro Oficial N° 122 de 2000-07-18

## ANEXO G-3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS  
 HORA DE CATA

PRODUCTO: Pasta cocida

Conteste con absoluta sinceridad y marque su apreciación con una (x). Recuerde que la información que aporte es muy valiosa, para el presente estudio.

Sírvase a leer la definición siguiente:

Apelmazamiento: es el grado de soltura de la pasta, al visualizarla.

Firmeza: es la resistencia de la pasta cocida al masticar.

Pegajosidad: es la fuerza de adherencia de la superficie de las pastas a la lengua o paladar.

Calidad Culinaria	Tratamientos		
<b>Color</b>			
1. Marrón intenso			
2. Marrón ligero			
3. Crema intenso			
4. Crema ligero			
5. Blanco			
<b>Apelmazamiento</b>			
1. Muy pegajoso			
2. Poco pegajoso			
3. Ni pegajoso ni suelto			
4. Poco sueltos			
5. Muy sueltos			
<b>Firmeza</b>			
1. Muy duro			
2. Duro			
3. Ni suave ni duro			
4. Suave			

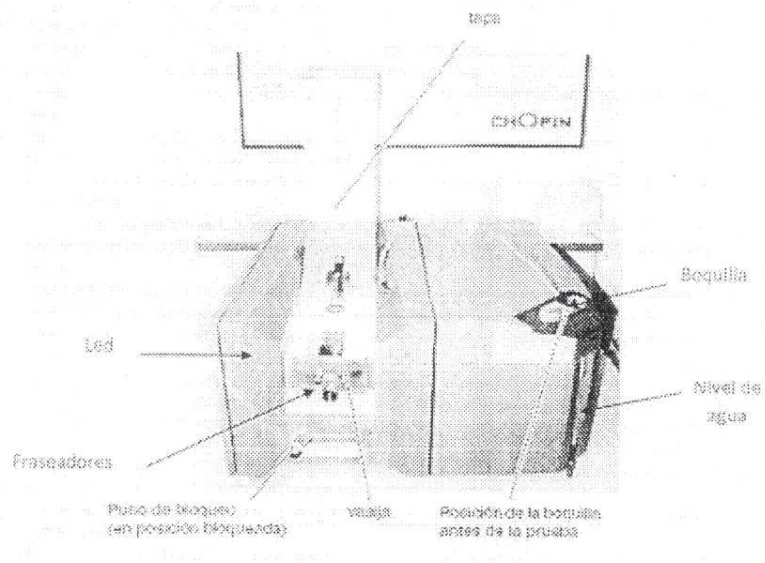
5. Muy suave			
<b>Pegajosidad</b>			
1. Muy pegajoso			
2. Bastante pegajoso			
3. Pegajoso			
4. Poco pegajoso			
5. Nada pegajoso			
<b>Aceptabilidad</b>			
1. Desagrada mucho			
2. Desagrada			
3. Ni agrada ni desagrada			
4. Agrada			
5. Agrado mucho			

Observaciones: \_\_\_\_\_

## ANEXO G-4

### INSTRUCTIVO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO MIXOLAB

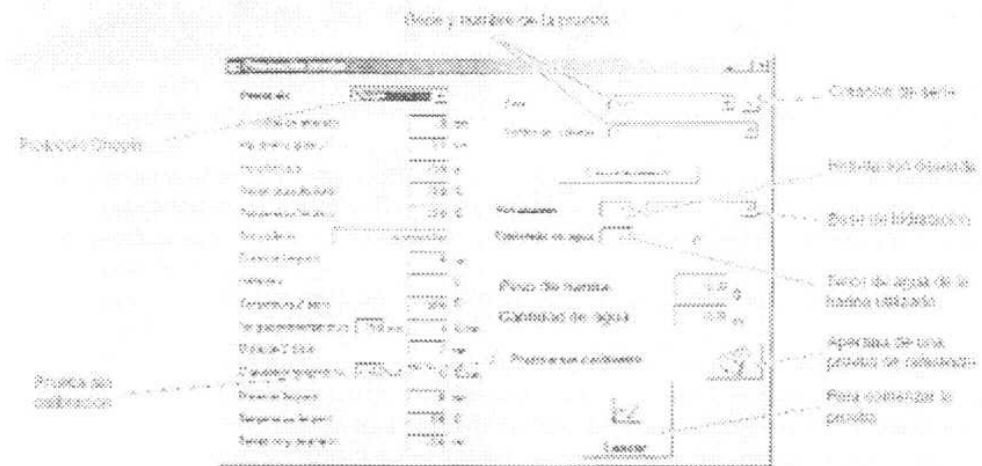
- Verificar que el equipo Mixolab este sobre una superficie horizontal y estable, nivelado.
- **INSTALACIONES:**
- Debe estar acoplado el baño maría, cuya temperatura del agua debe ser de 16°C.; y conectar a un toma corrientes de 220 V, preferiblemente provisto de un regulador de corriente.
- Cerciorarse que la boquilla de agua (ver grafica) este bien situado en el depósito y que la cantidad de agua destilada esté alrededor del 75% del nivel del medidor visual.
- Verificar que los fraseadores estén colocados en forma correcta dentro de la vasija y el puño de bloqueo (palanca) esté en posición de bloqueo.
- Conectar a una computadora, en donde deberá estar instalado el programa "Mixolab Chopin".
- Importante: cualquier conexión que se realice, deben hacerse con el equipo apagado.
- Encender el equipo mediante el interruptor que se encuentra detrás del Mixolab. Una vez que se enciende el equipo y durante la fase de inicialización, un Led situada a la cara delantera del Mixolab parpadea en rojo/naranja/verde durante uno o dos minutos.



### Preparación de la prueba de calibración

-A partir del programa "Mixolab Chopin", hacer clic en el icono "Prepara una muestra".

-Una nueva ventana aparece:



Elegir un protocolo predefinido. (Protocolo Chopin +)

- Indicar el nombre de la prueba
- Introducir la tasa de hidratación deseada y su base: Base 14% (b14)
- Indicar el contenido de agua (humedad) de la harina utilizada.
- El Mixolab calcula automáticamente la cantidad de harina a pesar y la cantidad de agua que será inyectada.



- Decidir si la prueba debe efectuarse con o sin calibración. (poner con calibración)
- Hacer clic en el icono “Lanzar”, para comenzar la prueba.
- El Led y el cuadrado de la parte inferior derecha se ponen de color anaranjada: la prueba esta realizándose.
- Un mensaje parpadeante (en fondo blanco) solicita al usuario que introduzca la harina en la vasija. Poner en su sitio la tolva por encima de la vasija y verter progresivamente la harina en la tolva.
- Tras cierto tiempo, un mensaje intermitente (en fondo azul) aparece, indicando al usuario a “Colocar la boquilla en la vasija”.
- Colocar entonces la boquilla en el porta-boquillas de la vasija. (Limpiar la boquilla antes de usarla).
- Cuando todos los parámetros hayas alcanzado su valor de consigna, la prueba comienza.
- En el caso de que la prueba no haya alcanzado el “par diana de 1,1Nm (C1)”o si se encuentra fuera de los limites de aceptación, (luego de 8 minutos de funcionamiento), el índice de marca con **números rojos y en cursiva**; Se suspende la prueba. De lo contrario, se continúa la prueba hasta su finalización (45 minutos). La prueba de calibración es un referente para obtener el % de absorción de agua (hidratación) adecuado.
- Finalizada la prueba se guarda el archivo correspondiente en la computadora, activando el icono “Guardar”.
- Si se detuvo la prueba, se reinicia el programa Mixolab, seleccionando el icono “Preparar una Prueba” y se continua con los pasos anteriores: pero ahora la hidratación se calcula seleccionando la opción “Calculo de Hidratación” en donde aparece una nueva ventana y se registra el valor de C1 Par obtenido en la prueba de calibración; se valida y se prosigue con los pasos restantes.

**Limpieza:** Tras cada prueba realizada, es necesario limpiar rigurosamente la vasija, para lo cual: desbloquear el puño de bloqueo, retirar los fraseadores, la cara delantera y trasera e introducirlos en agua, limpiarlos con ayuda del cepillo y secarlos.

## ANEXO H

---

# **DIAGRAMA DE PROCESO**

---

## DIAGRAMA DE PROCESO

Preparación de Mezclas



Análisis en el Mixolab



Pesado



Adición de la harina en el extrusor



Adición del agua en el extrusor



Secado

Extruido



Mezclado



