



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Evaluación del efecto de enzimas (gluco-oxidasas, hemicelulasas) y emulsificante (estearil lactilato de sodio) en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*) variedad Cojitambo.

Trabajo estructurado de manera independiente previo 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: Angélica María Toaquiza Toapanta

Tutor: Ing. Jacqueline Ortiz M.Sc

AMBATO – ECUADOR

2011

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Julio de 2011

Para constancia firman:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo estructurado de manera independiente (TEMI) sobre el tema: “Evaluación del efecto de enzimas (gluco-oxidasas, hemicelulasas) y emulsificante (estearoil lactilato de sodio) en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*) variedad Cojitambo.”, desarrollado por la señorita Angélica María Toaquiza Toapanta, alumna de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Considero que el mencionado trabajo de investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador que el H. Consejo designe:

Ambato, Julio del 2011

TUTOR

.....

Ing. Jacqueline Ortiz M.Sc
PROFESOR DE LA FCIAL

DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Angélica María Toaquiza Toapanta declaro que:

El presente trabajo de investigación: “Evaluación del efecto de enzimas (gluco-oxidasas, hemicelulasas) y emulsificante (esteoril lactilato de sodio) en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*) variedad Cojitambo.” es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido y efectos académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Julio del 2011.

.....

Angélica M. Toaquiza T.

CI. 050325111-8

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada a Dios, a mis padres, hermano/as y amigo/as. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. A mis papitos: Olguita y Cesítar quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, siendo mi ejemplo vivo de lucha y perseverancia. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida. A mis hermana/os: Blanquita, Juanke, Sandy, Davicho, Kevincito, mis sobrinas Pamelu y Carlita la nueva luz en nuestro hogar, que día a día con sus palabras de aliento permitieron en mí, lograr fortaleza cada vez q me sentía derrotada, son parte de mi vida. A mis amigos/as: Jime, Marce, Meche, Rebe, Aleja, Joha, Verito, Dariens a toda la promoción de egresado/as 2010 FCIAL paralelo "A" que en momentos de decline y cansancio me alentaron con palabras de aliento. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

Angie

AGRADECIMIENTO

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, VOITA (Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos) y mi persona. Agradezco a mi directora de tesis Ing. Jacqueline Ortiz Msc., por su paciencia brindada durante el proceso de culminación de mi más grande meta y sueño mi tesis; a la VOITA al Ing. Mario Álvarez, Ing. Galo Sandoval y en especial a la Ing. Alexandra Lascano que más que guía de proyecto fue una amiga durante el desarrollo de la misma. Quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos en el desarrollo de este nuevo plan estratégico de sustitución de trigo importado en la elaboración de pan. A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades. A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza.

Angie

ÍNDICE GENERAL

Aprobación del tribunal de grado.....	i
Aprobación del tutor.....	ii
Declaración, autenticidad y responsabilidad.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas.....	x
Índice de gráficos.....	xiv
Índice de figuras.....	xvi
Índice de cuadros.....	xx
Índice de fotografías.....	xxi
Índice de normas INEN.....	xxi
Resumen ejecutivo.....	xxii

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.1.1 Macro.....	1
1.2.1.2 Meso.....	5
1.2.1.3 Micro.....	7
1.2.1 Análisis crítico del problema.....	12
1.2.2 Árbol de problemas.....	14
1.2.3 Prognosis.....	15
1.2.4 Formulación del problema.....	16
1.2.5 Preguntas directrices.....	16
1.2.6 Delimitación de la investigación.....	17
1.3 Justificación de la investigación.....	18
1.4 Objetivos de la investigación.....	19

1.4.1	Objetivo general.....	19
1.4.2	Objetivos específicos.....	20

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes investigativos.....	21
2.2	Fundamentación filosófica.....	26
2.3	Fundamentación legal.....	27
2.4	Categorías fundamentales.....	27
2.4.1	Usos de enzimas y emulsificantes.....	28
2.4.2	Concentración adecuada de enzimas.....	31
2.4.2.1	Hemicelulasas.....	32
2.4.2.2	Gluco-oxidasa.....	34
2.4.2.3	Mejoradores.....	36
2.4.2.4	Ácido L-Ascórbico.....	36
2.4.2.5	Azodicarbonamida.....	38
2.4.2.6	Emulsionantes.....	39
2.4.2.7	Estearil-2-Lactilato Sódico (SSL).....	41
2.4.3	Red de gluten.....	42
2.4.4	Incremento en el volumen del pan.....	43
2.4.5	Variedades de trigo.....	45
2.4.5.1	Según la cosecha.....	45
2.4.5.2	Según el grano.....	45
2.4.5.3	Según el color.....	46
2.4.6	Mezclas de harinas.....	47
2.4.6.1	Calidad industrial de la harina.....	49
2.4.6.1.1	Farinógrafo Brabender.....	49
2.4.6.1.2	Alveógrafo de Chopin.....	52
2.4.6.1.3	Mixolab de Chopin.....	55
2.4.7	Condiciones generales de una harina normal.....	59
2.4.8	Reconocimiento de una buena harina destinada para panificación.....	59

2.4.9	Composición Química de la Harina.....	61
2.4.10	Pan de adecuada calidad (sensorial y panificable).....	61
2.4.10.1	Evaluación del pan: textura.....	66
2.4.10.1.1	Texturómetro BROOKFIELD.....	66
2.5	Hipótesis.....	69
2.6	Señalamiento de variables de la hipótesis.....	69

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1	Enfoque (cualitativo-cuantitativo).....	70
3.2	Modalidad básica de la investigación.....	70
3.3	Nivel o tipo de investigación.....	71
3.4	Población y muestra.....	72
3.4.1	Diseño experimental.....	72
3.5	Operacionalización de variables.....	74
3.5.1	Variable independiente.....	74
3.5.2	Variable dependiente.....	75
3.6	Recolección de información.....	76
3.7	Procesamiento de análisis.....	76

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1	Análisis de los resultados.....	78
4.1.2	Combinaciones de acuerdo al diseño experimental.....	78
4.1.2	Caracterización farinográfica.....	79
4.1.3	Selección del mejor tratamiento.....	83
4.1.4	Comparación del mejor tratamiento.....	84
4.1.5	Caracterización en el Mixolab.....	85
4.1.6	Análisis entre las mezclas de harinas.....	91
4.1.7	Caracterización alveográfica.....	92
4.1.8	Análisis de las muestras de pan.....	94

4.1.9	Análisis sensorial.....	96
4.1.10	Análisis en el texturómetro.....	101
4.1.11	Análisis microbiológico.....	105
4.1.12	Análisis químico y nutricional del pan.....	106
4.1.15	Balance de costos del pan.....	110
4.2	Verificación de la hipótesis.....	111

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	113
5.2	Recomendaciones.....	116

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1	Datos informativos.....	117
6.2	Antecedentes de la propuesta.....	118
6.3	Justificación.....	120
6.4	Objetivos.....	121
6.5	Análisis de factibilidad.....	122
6.6	Fundamentación.....	123
6.7	Metodología.....	126
6.8	Administración.....	127
6.9	Previsión de la evaluación.....	128

MATERIALES DE REFERENCIA

Bibliografía.....	129
Web gráfica.....	134

ÍNDICE DE TABLAS

- TABLA 1: Panorama del mercado mundial de trigo
- TABLA 2: Principales países productores de trigo
- TABLA 3: Comunidad Andina: Comercio Intracomunitario, cadena de cereales de consumo humano 2004 (Miles Us \$)
- TABLA 4: Importaciones de trigo
- TABLA 5: Efecto de los emulsionantes
- TABLA 6: Concentraciones adecuadas de los emulsionantes
- TABLA 7: Propiedades del grano de trigo
- TABLA 8: Análisis proximal: harina de trigo importado y nacional
- TABLA 9: Medidas panaderas para análisis farinográficos
- TABLA 10: Condiciones de Equilibrio (P/L)
- TABLA 11: Parámetros de calidad industrial de trigos harineros
- TABLA 12: Composición química de la harina a diferentes extracciones
- TABLA 13: Rangos de celdas de carga para el texturómetro
- TABLA 14: Modelo Operativo de la Propuesta (Plan de acción)
- TABLA 15: Administración de la Propuesta
- TABLA 16: Previsión de la Evaluación

RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL ANÁLISIS (ANEXO A)

FARINOGRAFÍA

- TABLA A-1: Cantidad de mejoradores en cada tratamiento
- TABLA A-2: Resultados de los farinogramas de los diferentes tratamientos
- TABLA A-3: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Tiempo de desarrollo
- TABLA A-4: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Estabilidad
- TABLA A-5: Análisis Estadístico: Prueba de Diferenciación Múltiple de Duncan para Estabilidad
- TABLA A-6: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Índice de Tolerancia

TABLA A-7: Resumen de los resultados de los farinogramas en las muestras: trigo importado, mejor tratamiento y mezcla de harinas sin mejoradores

MIXOLAB SYSTEM

TABLA A-8: Caracterización del comportamiento reológico medido en el Mixolab en los diferentes tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores.

TABLA A-9: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Amasado o Índice de Desarrollo

TABLA A-10: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Fuerza de Gluten.

TABLA A-11: Análisis Estadístico: Prueba de Diferenciación Múltiple de Duncan para el Factor B

TABLA A-12: Análisis Estadístico: Prueba de Diferenciación Múltiple de Duncan para el Factor C

TABLA A-13: Análisis Estadístico: Prueba de Comparadores de Duncan para Fuerza de Gluten

TABLA A-13.1: Análisis Estadístico: Prueba de Comparadores (promedios) de Duncan para Fuerza de Gluten

TABLA A-14: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Viscosidad

TABLA A-14.1: Análisis Estadístico: Prueba de Comparadores de Duncan para Viscosidad

TABLA A-14.2: Análisis Estadístico: Prueba de Comparadores (promedios) de Duncan para Fuerza de Gluten

TABLA A-15: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Amilasas

TABLA A-16: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Retrogradación

TABLA A-17: Resumen de las gráficas del Mixolab de las muestras: trigo importado, mejor tratamiento y mezcla de harinas sin mejoradores.

ALVEOGRAFÍA

TABLA A-18: Datos de la calidad de las harinas utilizando el alveógrafo

CARACTERIZACIÓN DEL PAN

TABLA A-19: Formulación para la elaboración tradicional de pan

TABLA A-20: Caracterización del pan elaborado con trigo importado, mejor tratamiento y la mezcla de harinas sin mejoradores

TABLA A-21: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Peso

TABLA A-22: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Volumen

TABLA A-23: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Diámetro

TABLA A-24: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Altura

ANÁLISIS SENSORIAL

TABLA A-25: Promedios de los resultados de la catación de pan

TABLA A-26: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Apariencia del pan

TABLA A-27: Análisis Estadístico: Prueba de Diferenciación de Duncan para Apariencia del pan

TABLA A-28: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Color de la corteza del pan

TABLA A-29: Análisis Estadístico: Prueba de Diferenciación de Duncan para Color de la corteza del pan

TABLA A-30: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Sabor del pan

TABLA A-31: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Textura del pan

TABLA A-32: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Aceptabilidad del pan

TEXTURÓMETRO

TABLA A-33: Textura del pan de trigo importado y mejor tratamiento

TABLA A-34: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Dureza

TABLA A-35: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Trabajo Dureza Terminado

TABLA A-36: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Deformación Recuperable

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

TABLA A-37: Contenido de microorganismos presentes en el pan proveniente del mejor tratamiento.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DEL PAN

TABLA A-38: Análisis proximal en las muestras de pan de trigo nacional y trigo importado, porcentaje en base seca

TABLA A-39: Análisis del contenido de minerales en las muestras de pan de trigo nacional y trigo importado

TABLA A-40: Composición de aminoácidos en g /100 g de pan

TABLA A-41: Comparación de los aminoácidos esenciales en panes con el Patrón para niños > 1 año y adultos

TABLA A-42: Cómputo químico de los aminoácidos esenciales de los panes con el Patrón para niños > 1 año y adultos

BALANCE DE COSTOS

TABLA A-43: Materiales Directos e Indirectos

TABLA A-44: Equipos y Utensilios

TABLA A-45: Suministros

TABLA A-46: Personal

TABLA A-47: Costo De Producción

TABLA A-48: Rol de Pagos

VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS

TABLA A-49: Valores de Fisher (F) obtenidos en el Diseño Experimental

RESULTADOS DE LAS RÉPLICAS

FARINOGRAFÍA

TABLA A-50: Análisis Farinográficos de los Tratamientos con su Réplica

MIXOLAB

TABLA A-51: Análisis en el Mixolab en los Tratamientos con su Réplica

CARACTERIZACIÓN DEL PAN

TABLA A-52: Determinación de: peso, volumen, diámetro y altura en la muestra de pan de trigo importado

TABLA A-53: Determinación de: peso, volumen, diámetro y altura en la muestra de pan de mezcla de harinas sin mejoradores

TABLA A-54: Determinación de: peso, volumen, diámetro y altura en la muestra de pan del mejor tratamiento.

ANÁLISIS SENSORIAL

TABLA A-55: Valoración de los atributos del pan: trigo importado (720) y mejor tratamiento (345)

TEXTURÓMETRO

TABLA A-56: Valores de los cambios de textura en el pan: trigo importado y mejor tratamiento

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1: Producción de Trigo Mundial; Áreas Seleccionadas
- GRÁFICO 2: Precio Promedio Internacional Del Trigo
- GRÁFICO 3: Árbol de Problemas
- GRÁFICO 4: Red de inclusiones
- GRÁFICO 5: Estructura de un aminoácido
- GRÁFICO 6: Enzimas Hemicelulolíticas
- GRÁFICO 7: Reacción de glucosa oxidasa y efectos probables sobre los componentes de la masa
- GRÁFICO 8: Acción del Emulsionante en la Masa
- GRÁFICO 9: Producción de Gluten
- GRÁFICO 10: Estructura Y Composición Nutritiva Del Trigo
- GRÁFICO 11: Farinogramas de harinas fuertes y débiles destinadas para la elaboración de pan
- GRÁFICO 12: Alveogramas de diferentes tipos de harinas
- GRÁFICO 13: Curva tipo del Mixolab Standard
- GRÁFICO 14: Curva tipo del Mixolab Profiler
- GRÁFICO 15: Diagrama de proceso de elaboración de pan
- GRÁFICO 15: Fuerza Vs Tiempo de Pan de Plátano y Centeno

RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL ANÁLISIS (ANEXO B)

FARINOGRAFÍA

- GRÁFICO B-1: Absorción de agua en los tratamientos de mezclas de harinas con mejoradores.
- GRÁFICO B-2: Tiempo de desarrollo en los tratamientos de mezclas de harinas con mejoradores.
- GRÁFICO B-3: Estabilidad en los tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores.
- GRÁFICO B-4: Índice de Tolerancia en los tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores.

GRÁFICO.B-5: Comparación entre el mejor tratamiento, trigo importado y la mezcla de harina trigo importado 40% y 60 % trigo nacional (sin mejoradores)

MIXOLAB

GRÁFICO B-6: Amasado o desarrollo en los tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores.

GRÁFICO B-7: Fuerza del Gluten en los tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores.

GRÁFICO B-8: Viscosidad y Amilasas en los tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores

GRÁFICO B-9: Índices de retrogradación en los tratamientos de mezclas de harinas con mejoradores

GRÁFICO B-10: Comparación entre el mejor tratamiento y las muestras de trigo importado y muestra de mezcla de harinas sin mejoradores

GRÁFICO B-11: Análisis entre el mejor tratamiento y las muestras de trigo importado y muestra de mezcla de harinas sin mejoradores

ALVEOGRAFÍA

GRÁFICO B-12: Comparación del mejor tratamiento con la harina de trigo importado

CARACTERIZACIÓN DEL PAN

GRÁFICO B-13: Caracterización del pan en tres muestras

ANÁLISIS SENSORIAL

GRÁFICO B-14: Caracterización Sensorial del pan en dos muestras

TEXTURÓMETRO

GRÁFICO B-15: Fuerza vs. Tiempo de pan mejor tratamiento (40% trigo importado+60% trigo nacional con mejoradores).

GRÁFICO B-16: Fuerza vs. Tiempo de pan trigo importado (100% trigo Miraflores comercial).

GRÁFICO B-17: Dureza Vs Tiempo de muestras de pan

GRÁFICO B-18: Trabajo Dureza Terminado de muestras de pan

GRÁFICO B-19: Deformación Recuperable Vs Tiempo de muestras de pan

ÍNDICE DE FIGURAS (ANEXO C)

FARINOGRAMA

FIGURA C-1: Farinograma: Harina de Trigo Importado “Miraflores Comercial” (100%)

FIGURA C-2: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%).

FIGURA C-3: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_0c_0$ Réplica 1

FIGURA C-4: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_0c_0$ Réplica 2

FIGURA C-5: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_0c_1$ Réplica 1

FIGURA C-6: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_0c_1$ Réplica 2

FIGURA C-7: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_1c_0$ Réplica 1

FIGURA C-8: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_1c_0$ Réplica 2

FIGURA C-9: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_1c_1$ Réplica 1

FIGURA C-10: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_1c_1$ Réplica 2

FIGURA C-11: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_0$ Réplica 1

FIGURA C-12: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_0$ Réplica 2

FIGURA C-13: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_1$ Réplica 1

FIGURA C-14: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_1$ Réplica 2

FIGURA C-15: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_1c_0$ Réplica 1

FIGURA C-16: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_1c_0$ Réplica 2

FIGURA C-17: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%) Tratamiento $a_1b_1c_1$ Réplica 1

FIGURA C-18: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%) Tratamiento $a_1b_1c_1$ Réplica 2

MIXOLAB SYSTEM

FIGURA.C-19: Mixolab: Harina Trigo Importado (100%) Miraflores Comercial.

FIGURA C-20: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%).

FIGURA C-21: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_0c_0$ Réplica 1

FIGURA C-22: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_0c_0$ Réplica 2

FIGURA C-23: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_0c_1$ Réplica 1

FIGURA C-24: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_0c_1$ Réplica 2

FIGURA C-25: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_1c_0$ Réplica 1

FIGURA C-26: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_1c_0$ Réplica 2.

FIGURA C-27: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_1c_1$ Réplica 1

FIGURA C-28: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_1c_1$
Réplica 2

FIGURA C-29: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_0$
Réplica 1

FIGURA C-30: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_0$
Réplica 2

FIGURA C-31: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_1$
Réplica 1

FIGURA C-32: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_1$
Réplica 2

FIGURA C-33: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_1c_0$
Réplica 1

FIGURA C-34: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_1c_0$
Réplica 2

FIGURA C-35: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_1c_1$
Réplica 1

FIGURA C-36: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_1c_1$
Réplica 2

ALVEÓGRAFO

FIGURA.C-37: Alveograma: Harina Trigo Importado (100%) Miraflores
Comercial

FIGURA C-28: Alveograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_0b_1c_1$

ÍNDICE DE CUADROS (ANEXO D)

TEXTURÓMETRO

- CUADRO D-1: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores Comercial. Almacenamiento día 1. Replica 1
- CUADRO D-2: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores Comercial. Almacenamiento día 1. Replica 2
- CUADRO D-3: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores Comercial. Almacenamiento día 2. Replica 1
- CUADRO D-4: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores Comercial. Almacenamiento día 2. Replica 2
- CUADRO D-5: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores Comercial. Almacenamiento día 3. Replica 1
- CUADRO D-6: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores Comercial. Almacenamiento día 3. Replica 2
- CUADRO D-7: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulosa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Almacenamiento día 1. Replica 1
- CUADRO D-8: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulosa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico).. Almacenamiento día 1. Replica 2
- CUADRO D-9: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulosa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Almacenamiento día 2. Replica 1
- CUADRO D-10: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulosa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Almacenamiento día 2. Replica 2
- CUADRO D-11: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulosa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm estearil lactilato de sodio

+ 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico).
Almacenamiento día 3. Replica 1

CUADRO D-12: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulosa +
100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm esteaoril lactilato de
sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico).
Almacenamiento día 3. Replica 2

RESULTADOS DEL INIAP

CUADRO D-13: Resultados INIAP: Análisis Proximal y Minerales en las
Muestras de Pan

CUADRO D-14: Resultados INIAP: Contenido de Aminoácidos en las
Muestras de Pan

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS (ANEXO E)

FOTOGRAFÍAS E-1: Equipos Empleados en la Investigación

FOTOGRAFÍAS E-2: Proceso de elaboración de pan

FOTOGRAFÍAS E-3: Pan de Trigo Importado y del Mejor Tratamiento:

INDICE DE NORMAS INEN (ANEXO F)

NORMA INEN F-1: Harina de trigo. Requisitos.

NORMA INEN F-2: Harina de trigo. Ensayo de panificación

RESUMEN EJECUTIVO

Ecuador importa anualmente 500,000 TM de trigo de variedad Canadian Western Red Spring (CWRS) principalmente de Canadá, Estados Unidos y Argentina, con este antecedente el presente trabajo de investigación pretende contribuir a la disminución de este nivel mediante la sustitución parcial del mismo, por trigo nacional variedad Cojitambo. **[P.FAO., 2009]**

La harina de trigo importado es utilizada para la elaboración de la mayoría de productos de panificación en Ecuador, desplazando el uso de harinas procedentes de trigos nacionales; sin embargo la harina procedente del trigo nacional puede formar gluten pero en menor grado que el importado, por lo que es necesario la adición de enzimas y mejorantes para elaborar pan con propiedades de miga, sabor y aroma similares al que se obtendría con trigo importado. Por ello, es conveniente estudiar el efecto de diferentes concentraciones de enzimas (gluco-oxidasa y hemicelulasa) y aditivos (estearil lactilato de sodio) en una mezcla de 40% harina de trigo importado y 60% de harina de trigo nacional. Se efectuaron análisis farinográficos, alveográficos y en el Mixolab para caracterizar el comportamiento reológico de las masas, determinando que el mejor tratamiento corresponde al tratamiento T₄: 40 ppm de hemicelulasa, 100 ppm de glucosa-oxidasa, 100 ppm de estearil lactilato de sodio, 40ppm azodicarbonamida y 80ppm de ácido ascórbico, de acuerdo al diseño estadístico AxBxC. El análisis estadístico a un nivel de significancia de 0,05 presentó características reológicas similares a la harina de trigo importado y adecuadas para la elaboración de pan, basándose en la buena estabilidad que posee la masa.

Posteriormente se realizó el análisis sensorial del pan con la harina procedente del mejor tratamiento y se comparó con el pan elaborado con 100% trigo importado; mediante la prueba estadística de comparación Duncan, nos indicó que no existe diferencia significativa entre los atributos

de calidad: sabor, textura y aceptabilidad. Además, mediante el Texturómetro de Brookfield CT3 se determinó los cambios de textura en el pan almacenado en condiciones adecuadas durante tres días en el que se observa que el mejor tratamiento durante el periodo de almacenamiento presenta menos cambio de dureza en la corteza como en la miga en comparación con la muestra de pan de trigo importado 100%.

En cuanto al análisis proximal, la muestra de pan del mejor tratamiento presenta un buen contenido de fibra (1,87%); en tanto al contenido de carbohidratos totales el valor que aporta es similar al de la muestra de pan de trigo importado. Además al igual que la mayoría de productos de panificación, resultó con niveles bajos de lisina (aminoácido esencial).

Por último, la sustitución parcial de harina de trigo nacional resultó rentable, debido a que el costo por pieza de pan de 50 gramos fue de 0,05 centavos; resaltando que el gobierno actual conjuntamente con el gremio de panaderos, decidió incrementar el costo del pan popular a 0.12 centavos. Es decir el pan es accesible para el consumidor final por su bajo costo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA

Evaluación del efecto de enzimas (gluco-oxidasa, hemicelulasa) y emulsificante (estearil lactilato de sodio) en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*) variedad Cojitambo.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

1.2.2. ANÁLISIS MACRO

Para el mes de Junio 2010 el Departamento de Agricultura de Estados Unidos proyectó una producción mundial de trigo en el 2010-2011 de 668,52 millones de toneladas, cerca de 4,0 millones de toneladas inferior a lo estimado el mes pasado y aproximadamente 12,0 millones de toneladas menor a lo producido en la campaña en el 2009-2010 que finalizó recientemente. **[Hernando V., 2009]**

La producción mundial de trigo aumentará más o menos en un 1,3 por ciento anual a 679 millones de toneladas para 2010. Ello representaría un incremento de aproximadamente 12 millones de toneladas, o sea un 15 por ciento, con respecto al período base. Se prevé que la producción de trigo aumentará a un ritmo más rápido que en los años 1990, 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. **[Garza A., 2009]**

La producción de trigo en el año 2004 totaliza alrededor de 630 millones de TM, siendo los principales productores: China 17.30%, EE.UU. 11.50%, India 9.40%, Rusia 7.9%. El comercio mundial de la gramínea se caracteriza por las importaciones que alcanza a 112 millones de TM, las regiones y países mas importantes que compran este cereal son Asia 18.40%, Rusia 16.60%, Europa 14.10 %, China 11.30%. **[Guajardo D., 2006]**

En la Tabla 1 se observa la producción, comercio y utilización total del trigo en millones de toneladas, además del consumo humano, piensos, otros usos al igual que las existencias finales del trigo durante los años 2004-2007.

TABLA 1: Panorama del mercado mundial de trigo

SALDO MUNDIAL	2004/05	2005/06	2006/07	Variación de 2005/06 a 2006/07
	<i>millones de toneladas</i>			<i>%</i>
Producción	632,1	626,8	616,8	-1,6
Comercio	110,3	109,7	110,0	0,3
Utilización total	619,5	625,3	627,0	0,3
Consumo humano	437,8	441,9	445,8	0,9
Piensos	111,2	113,7	111,8	-1,6
Otros usos	70,5	69,7	69,4	-0,4
Existencias finales	173,5	170,4	160,0	-6,1

Fuente: FAO, 2006

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

La producción de trigo en el mundo presenta gran diversidad. Se producen diferentes tipos de trigo según su uso: trigos Premium (alta calidad panadera, alta proteína y gluten), trigos duros (trigos panificables), trigos blandos (trigos para galletas), trigos para fideos (durum o candeal) y trigos forrajeros. Los principales productores de harina son los 25 países de la Unión Europea (18%), China (17%), India (11%), Rusia (6%) y EEUU (5%).
[La Argentina agroexportadora, 2004]

Por otra parte, el trigo puede crecer en diversidad de latitudes, climas y suelos, aunque se desarrolla mejor en zonas templadas. Debido a esto, es posible encontrar cosechas de trigo en todos los continentes.

En la Tabla 2 se observa la producción en millones de toneladas de los principales países productores de trigo.

TABLA 2: Principales Países Productores de Trigo

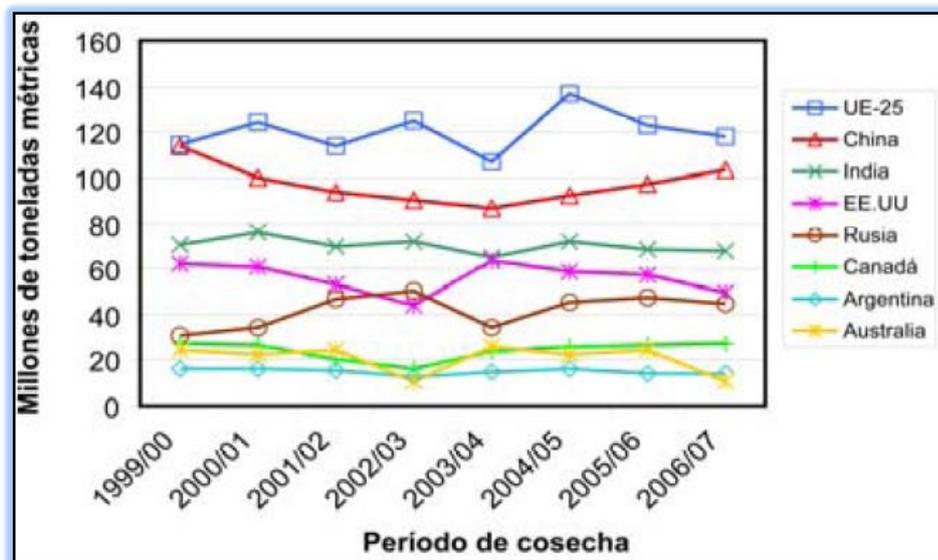
PAIS	PRODUCCION (millones de toneladas)
Unión Europea	143,96
China	112,00
India	80,00
Rusia	57,50
Estados Unidos	56,26
Canadá	24,50
Pakistán	22,60
Australia	22,00
Ucrania	20,00
Turquía	17,50
Kazajstán	17,00
Irán	14,40
Argentina	12,00
Egipto	8,60
Uzbekistán	6,20
Brasil	5,50
Otros países	49,48

Fuente: Hernando V., 2009

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2010.

En el gráfico 1 se observa el nivel de producción de trigo mundialmente, en millones de toneladas métricas de acuerdo a los principales países productores de trigo, durante los años 1999-2007.

GRÁFICO 1: Producción de Trigo Mundial; Áreas Seleccionadas



Fuente: Una forma diferente de ver el Agro, 2009

El comercio mundial de trigo aumentará apreciablemente, cerca del 2 por ciento anual y la harina de trigo (en equivalente en grano) alcanzaría un nivel sin precedentes de 129 millones de toneladas. Casi todo el aumento se atribuiría a la mayor demanda de importaciones de los países en desarrollo, especialmente China.

La participación global de los principales exportadores tradicionales disminuiría un poco; Australia, Canadá y los Estados Unidos podrían experimentar un descenso de su contribución de mercado, aunque ello no significaría necesariamente una disminución del volumen absoluto de sus exportaciones.

En cuanto a las principales categorías de utilización, se prevé que el consumo humano directo de trigo aumentará en 1,2 por ciento anual a 483 millones de toneladas hasta 2010. El consumo humano directo continúa representando el porcentaje mayor de la utilización total de trigo,

principalmente en los países en desarrollo. El aumento de la población y de los ingresos, así como el proceso continuo de urbanización, figuran entre los factores principales del constante aumento del consumo humano de trigo en los países en desarrollo. De las diversas agrupaciones económicas, son los países afectados de inseguridad alimentaria los que registrarán el aumento más pronunciado del consumo humano de trigo por habitante. **[El Trigo, 2003]**

1.2.3. ANÁLISIS MESO

En América Latina y el Caribe, la expansión mayor debería producirse en el Brasil, debido principalmente al rápido crecimiento de la demanda interna. También se prevé que en la producción de trigo de México se invierta la tendencia a la baja de los años 1990, siendo el trigo duro el beneficiario principal porque obtiene mejores rendimientos y es más resistente a las enfermedades.

El aumento de la superficie sembrada, unido a un cierto incremento de los rendimientos, también determinaría un aumento de la producción de trigo en Argentina. La reciente devaluación del peso argentino y, lo que es más importante, su equivalencia con el dólar EE.UU., ha aumentado la rentabilidad de las exportaciones de trigo, lo cual podría determinar un aumento de la superficie sembrada y de los rendimientos en los próximos años. **[Banco Central del Ecuador, 2009]**

El Perú, Colombia, Ecuador y los demás países andinos, no son productores de trigo. Las importaciones representan más del 99% de los requerimientos de trigo para uso industrial en estos países. **[Rizzo P., 2001]**

Los derivados del trigo no sustituyen el consumo de productos nacionales como la papa y el arroz. El encarecimiento del trigo con aranceles, sobretasas, franja de precios o plazos largos de desgravación

arancelaria no beneficia a los productores agrarios nacionales; por el contrario:

- Perjudica al consumidor.
- Incentiva el contrabando de los productos derivados del trigo.
- Afecta la competitividad de la industria, su cadena de valor y la generación de empleo.
- Atenta contra los esfuerzos de desarrollo de trigo para uso industrial.

[Rizzo P., 2001]

Según el informe Perspectivas de Cosechas y Situación Alimentaria de la FAO, anota que en Sudamérica, la producción de trigo en 2008 disminuyó a la mitad debido a la sequía en Argentina, y la persistente falta de lluvias está afectando en forma negativa las perspectivas para los cereales secundarios en la región. **[Pantanelli A., 1996]**

América del Sur es una de las regiones del planeta que aún posee tierras para cultivo de buena calidad; por eso, se destaca como una de las fuentes de producción de alimentos del globo terrestre. Es considerada, por algunos investigadores y científicos, como el lugar que será responsable de la alimentación de la humanidad en este nuevo siglo, que ya vive centenas de transformaciones. **[Rizzo P., 2001]**

Se considera a la República Argentina como el "Granero del Mundo" dado a que es el principal exportador de trigo en todo el mundo, en el 2008 se produjo 36,7 millones de toneladas y solo se conservaron 6,5 millones.

Por otra parte, el nivel de cadenas productivas del comercio intracomunitario se concentra en las cadenas de oleaginosas, azúcar y cereales para consumo humano.

Esta es una de las cadenas de importancia en el comercio intracomunitario. Hay un comercio muy importante entre Colombia y Venezuela, y Colombia y Ecuador.

TABLA 3: Comunidad Andina: Comercio Intracomunitario, Cadena de Cereales de Consumo Humano 2004 (Miles Us \$)

	Bolivia	Colombia	Ecuador	Perú	Venezuela	Total
Bolivia	--	15	0	2963	0	2978
Colombia		--	20362	3672	24912	49098
Ecuador	1	719	--	81	632	1433
Perú	4332	7858	12945	--	1034	13554
Venezuela	409	11466	1529	150	--	13554
Total	4894	20058	34836	6866	26578	93232

Fuente: SIAP 2004

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011

En la Tabla 3 se observa que los países andinos son importadores netos de maíz amarillo, trigo, soya y derivados (con excepción de Bolivia), por lo que el incremento de los precios internacionales influye sobre los precios de los alimentos derivados de estos productos.

Por otro lado en el MERCOSUR los países que se han impuesto y sobresalido en los últimos años son Brasil y Argentina, en este último la producción de trigo representa el 0.8 % de la producción mundial, con 3.5 millones de toneladas. **[CAN, 2005]**

1.2.4. ANÁLISIS MICRO

En el país se cultivan 28,890 hectáreas aproximadamente, cuyos rendimientos están alrededor de 0,69 TM por hectárea obteniendo 19,76 TM que corresponden al 4,05 % de las necesidades de país, este rendimiento

constituye en la actualidad solamente un 15% y de las producciones normales del cereal.

Este tonelaje está repartido en 10 provincias de la sierra ecuatoriana, siendo las mayores productoras principalmente las provincias de Bolívar con el 32% Chimborazo con el 19.40 %, Imbabura con el 16% y Pichincha con el 11%. En el último reporte realizado en 1993 se reportan que existían alrededor de 35000 hectáreas de trigo cultivado pero la falta de buenos precios y variedades con genética adecuada para superar las producciones ha disminuido el incentivo para consolidar la superficie del cultivo.

Uno de los principales problemas para el desarrollo de la superficie y su producción por hectárea es la tendencia de la tierra ya que la mayoría de sus áreas de siembra oscilan entre 0.60 a 1.00 hectárea de cultivo; de todas maneras hay que mencionar también la necesidad de desarrollar nuevas variedades que estén identificadas genéticamente con la nutrición humana.

[Caivinagua X., 2009]

Según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en el Ecuador, hasta el 2007 existían 5,000 hectáreas de trigo sembradas en la Sierra, las que, según Luis Rodríguez, funcionario de esta institución, pertenecen a los pequeños agricultores y se las destina al autoconsumo.

La producción total del país se encuentra entre las 10 mil y las 15 mil TM. Este nivel de producción es insuficiente para cubrir con la demanda interna que se acerca a las 500 mil toneladas anuales. Es decir, que la producción solo alcanza para cubrir entre el 2% y el 3% de los requerimientos de los molinos.

Hasta agosto de 2007, el Ecuador importó \$74,5 millones de trigo, de los cuales \$46,6 millones provino del Canadá, \$16,5 millones de la Argentina y \$11,4 millones de los EEUU.

Las importaciones han crecido desde 2005, año en el que alcanzaron la cifra de \$65,7 millones. Según Francisco González, Director de Planificación Agropecuaria del Ministerio de Agricultura, el cereal importado presenta varias ventajas sobre el nacional, puesto que tiene 14% de proteínas y el nacional apenas 11%, además manifestó que la producción de trigo en el Ecuador siempre ha sido deficitaria. Esto es fruto principalmente de la falta de una política estatal que respalde la producción de este cereal, que sí existía hace 30 años, cuando el país llegó a producir hasta 100 mil hectáreas de trigo.

A esto se pueden añadir otros factores como: la carencia de variedades de semillas para cultivar el cereal en el país, la masiva importación del producto, consecuencia de la gran demanda existente, además de la falta de cuatro estaciones (invierno, verano, otoño y primavera).

González menciona que; en los años setenta, la producción nacional de trigo llegó a cubrir hasta el 40% de la demanda y los cultivos atravesaban todo el Callejón Interandino. Existían grandes, pequeños y medianos agricultores que poseían desde 10 hasta más de 50 hectáreas cultivadas.

[Diario HOY, 2007]

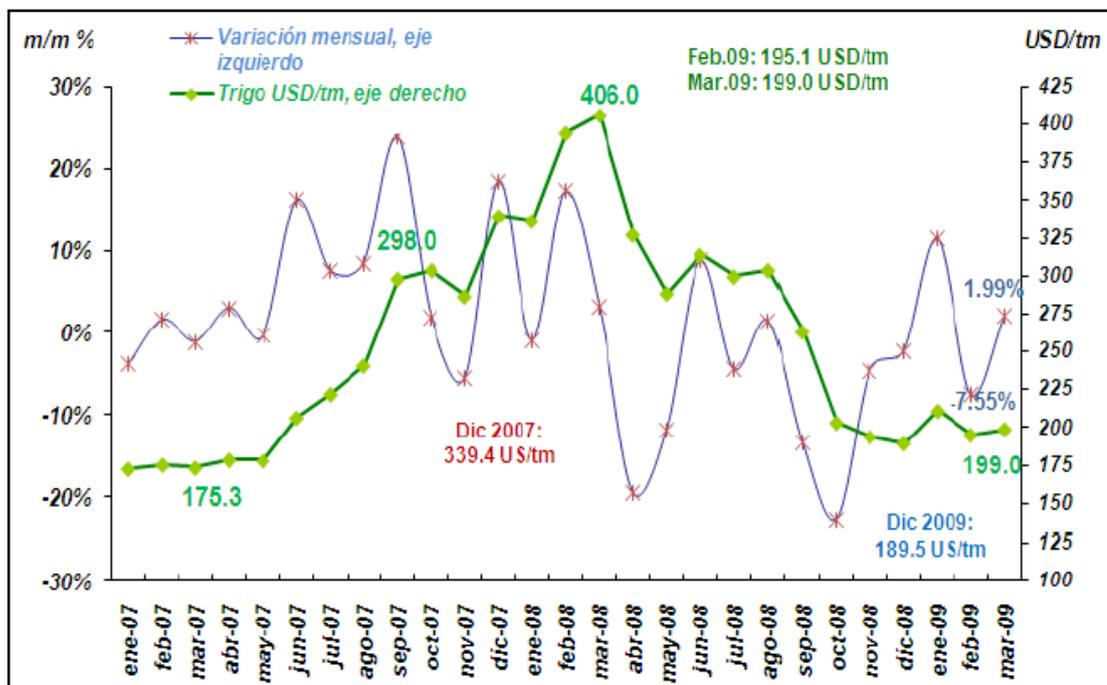
De acuerdo a Luis Rodríguez, director del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), actualmente solo se produce de 2,5 a 3 toneladas de trigo por hectárea. Solo existen 5,000 hectáreas sembradas en la Sierra. La mayor parte de cultivos está en mano de los pequeños productores que se dedican a esta actividad para su propio consumo. La reducida producción de trigo actual se emplea en la panadería doméstica o para la subsistencia.

De igual manera, el INIAP no cuenta con gran variedad de semillas, solo se han desarrollado dos: Cojitambo y Chimborazo, que han sido

distribuidas entre los pequeños agricultores durante estos últimos 10 años. [Diario HOY., 2007]

El precio promedio internacional del trigo mostró un comportamiento muy volátil a partir de septiembre 2007; así, la variación del precio repuntó en 3.07% en marzo de 2008 que se observa en el gráfico 2, luego descendió en abril hasta alcanzar -2.29% en diciembre de 2008. A nivel mensual, muestra un leve aumento del precio internacional del trigo durante el mes de marzo 2009, fue de 199.0 USD/TM (frente a 195.1 USD/TM en febrero).

GRÁFICO 2: Precio Promedio Internacional del Trigo



Fuente: Secretaria General, Comunidad Andina., 2004

El Gobierno decidió subsidiar a la harina de producción nacional y a la importada. El precio de la harina de trigo de producción nacional se fijó en 35 USD por saco, el subsidio de 5.8 USD y venció el 9 de enero de 2009. El subsidio a la harina de importada de la Argentina fue de aproximadamente 10 USD y el precio se fijó en 22 USD el saco, terminó a finales de abril de 2009.

Por otra parte, las importaciones del trigo en febrero de 2009, presentan una caída en el precio unitario (-20.2%) y en volumen (-42.2%), lo cual se muestra en la Tabla 4. **[Evolución de la economía., 2009]**

TABLA 4: Importaciones de Trigo

	Volumen Toneladas	Valor FOB Miles de USD	Valor Unitario USD/Toneladas
Ene-Feb. 2008	123,41	43,93	356
Argentina	41,05	15,57	379
Estados Unidos	23,18	8,06	348
Canadá	59,18	20,29	343
Ene-Feb. 2009	71,28	20,24	284
Canadá	65,78	19,16	291
Estados Unidos	5,50	1,08	196
Variación	-42,20	-53,90	-20,20
Canadá	11,20	-5,60	-15,10
Estados Unidos	-76,30	-86,60	-43,60

Fuente: Diario HOY 2007.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2010.

De acuerdo a cifras oficiales, el Ecuador consume 500,000 toneladas de trigo al año; pero produce menos del 2% de ese volumen, el 98% del cereal se importa.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca se cultivaron cerca de 11,000 hectáreas de trigo y se obtuvo una producción aproximada de 8,000 TM, menos del 2% de las 500,000 TM anuales que demanda Ecuador para su consumo interno.

Por esa razón, los molinos nacionales deben abastecerse, en su mayoría, del trigo importado de EE.UU., Argentina y Europa. Usualmente el trigo se siembra en enero o febrero y se cosecha en agosto; en los sitios donde hay buena tierra y riego se puede sembrar hasta dos veces al año. El 50% de la producción total de trigo se concentra en Pichincha, Imbabura y

Carchi). Otras provincias con una producción importante son Chimborazo, Cotopaxi, Cañar y Loja. [Caivinagua X., 2009]

1.2.5. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

En el gráfico 3 se identifica como el problema de investigación el Escaso empleo de Trigo Nacional para la Elaboración de Pan, para ello se plantea una “evaluación de efecto de las enzimas en la elaboración de pan con trigo nacional”; por ello se generó cinco causas y por ende cinco efectos analizados de la siguiente manera de acuerdo al criterio personal.

La calidad del trigo nacional (menor porcentaje de proteínas) es uno de los factores por el cual los panaderos utilizan el trigo 100% importado para la elaboración de su producto, ya que las variedades de trigos cultivadas en diferentes condiciones de suelos y climas poseen características muy diversas, así, los trigos conocidos como fuertes los que poseen un alto grado de proteínas son cultivados en Canadá y Norteamérica; en cambio los trigos blandos que poseen un bajo grado de proteínas, son cultivados en lugares donde sus variaciones climáticas son moderadas, en el caso de nuestro país Ecuador no se dan las cuatro estaciones y por ende al no poseer un clima apropiado no se produce un trigo de calidad industrial.

Existe poco desarrollo de nuevas variedades de trigo nacional que generen semillas con buenas características industriales y con ello los productores de trigo se incentiven, ya que en la actualidad no se cultiva en gran porcentaje el trigo nacional, debido a que no encuentran factible competir con otro producto igual pero de baja calidad; no se ha podido adaptar a nuestro clima las nuevas semillas de trigo es otra de las razones por las cuales resulta escasa la producción de trigo nacional, y la poca cantidad de trigo que se produce no resulta con la calidad que se requiere.

El reducido valor nutricional del pan que se elabora con un trigo nacional 100% será notable ya que como se indicó anteriormente es escaso en proteínas el trigo nacional, lo más factible será buscar harinas de mayor valor nutricional, en este caso el trigo importado para sustituirlo parcialmente y generar una mezcla en la cual se mejore la calidad del trigo nacional y se sustituya una parte del trigo importado para de esta manera disminuir la importación del mismo, y se incentive a la producción de este cereal en el país.

El insuficiente uso de enzimas y mejorantes panarios en la harina de trigo nacional con trigo importado hace que se genere un pan con una calidad inferior, ya que no se va a formar una masa fuerte, capaz de retener gas y rendir por cocción un producto esponjoso y agradable en sabor, esto se puede dar por el comportamiento reológico o por la actividad amilásica altamente pronunciada que posee la harina de trigo nacional. Hoy en día las enzimas y mejorantes panarios ofrecen una gama de ventajas con las cuales el pan puede elevar notablemente sus características sensoriales.

En resumen; se produce el escaso uso del trigo nacional en la industria panadera; pero se pretende realizar mezclas de harinas (trigo importado con trigo nacional) para obtener una harina de mejor calidad empleando el trigo nacional es decir agregándole funcionalidad industrial y no solo artesanal. Para conseguir mejores efectos en el producto se requiere el empleo de enzimas y emulsificantes que permitan mejorar las características más importantes del pan, como: volumen, color de la corteza, textura de la miga, y la vida útil del producto horneado. Ya que al emplear las enzimas estas van a mejorar la calidad del pan debido a que la harina de trigo nacional no presenta una buena calidad panaria, por ello su déficit en su uso industrial, mientras que si se emplea enzimas y emulsificantes éstas van a permitir que la calidad del pan se eleve y por ende el consumo de la harina de trigo nacional se incrementará notablemente además de incentivar su cultivo disminuyendo la importación del trigo.

1.2.6. ÁRBOL DE PROBLEMAS



Gráfico 3: Árbol de Problemas

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

Causa: Insuficiente uso de enzimas y mejorantes panarios.

Efecto: Pan de calidad inferior.

Relación Causa – Efecto

El presente estudio trata de evaluar el efecto de enzimas y mejorantes panarios en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*) variedad Cojitambo, elevando así la calidad panificable de la mezcla y sensorial del pan; y en lo referente a las importaciones, estas se disminuyan notablemente, generando mayor comercio del trigo nacional.

1.2.7. PROGNOSIS

En la producción de pan con harina de trigo nacional es importante investigar la calidad sensorial con el propósito de establecer condiciones en las cuales este producto mantenga características agradables y nutricionales al consumidor.

Teniendo en cuenta que la harina de trigo nacional es una harina débil o escasa de calidad, al elaborar el pan éste no presentaría el mismo volumen, textura, etc. Las diferentes apreciaciones sensoriales variarán de aquellos que hayan sido elaborados con harina de trigo importado 100%, para ello se realiza mezclas de harinas y se empleará enzimas para mejoría en la calidad panaria del producto. Los consumidores se beneficiarían con productos más frescos y con menos cantidad de aditivos químicos, que son parcialmente reemplazados en su funcionalidad por las enzimas.

Por ello al no realizarse la respectiva evaluación sobre el efecto de las enzimas en la elaboración de pan mediante esta investigación no se permitiría la sustitución parcial de la harina de trigo importado por el nacional, el control del mecanismo de las reacciones enzimáticas que se presentarían en el producto y por ende no se lograría obtener un pan de calidad industrial.

Además sería imposible fomentar el cultivo de trigo y mucho menos de nuevas semillas de mejor calidad, ya que año tras año ha existido una disminución notable en la producción de este cereal a nivel nacional por ello se opta por importar el trigo de otros países. Ya que no existe la siembra del trigo nacional por parte de los agricultores por tanto no existe demanda del mismo y por ende la industria panificadora se inclina por la importación del trigo, sin encontrar solución para la reducción del porcentaje de importación del trigo.

Por otro lado, también se puede indicar que la harina de trigo nacional no presenta una buena calidad panificable y no permite la sustitución total de la misma por la harina de trigo importado en la elaboración de pan, por ello se realizará sustituciones parciales de trigo nacional, pero con las alternativas de industrialización, como por ejemplo el uso de enzimas y emulsificantes. Entonces de no realizase esta investigación no solo implicará que el consumidor rechace el pan elaborado con trigo nacional, además no permitirá que se incremente, continúe y consuma el trigo nacional, para su uso en panificación.

1.2.8. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El insuficiente uso de enzimas y mejorantes panarios provocan calidad inferior en el pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*) variedad Cojitambo, durante el periodo junio 2010 – enero 2011?

1.2.9. INTERROGANTES

- ❖ ¿Cuál es el efecto de la aplicación de las enzimas gluco-oxidasa, hemicelulasa y el emulsificante esteaoril lactilato de sodio en la elaboración de pan?

- ❖ ¿Cuál es la cantidad adecuada de enzimas que se debe añadir para obtener un buen resultado?
- ❖ ¿Mejora la calidad de pan con la sustitución parcial de harina de trigo nacional y adición de enzimas?
- ❖ ¿Cuál es el aporte nutricional de la harina de trigo nacional en el pan elaborado?

1.2.10. DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

Categoría: Industria Panificadora

Sub-categoría: Procesamiento

Área: Harina panificable

Sub-área: Enzimas y emulsificante en la panificación (glucosa oxidasa, hemicelulasa y estearoil lactilato de sodio)

Temporal: junio 2010 – enero 2011

Espacial: Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos – Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos UOITA.

El presente proyecto de investigación se realizó en los Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y en los Laboratorios de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos UOITA de la Universidad Técnica de Ambato, provincia de Tungurahua, durante el periodo junio 2010 – enero 2011.

Este es trabajo de investigación elaborado del proyecto “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” financiado por la SENACYT-UTA.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION

El presente proyecto tiene como finalidad evaluar el efecto de enzimas (glucosa oxidasa, hemicelulasa) y emulsificante (estearoil lactilato de sodio) en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*).

En lo referente a la producción nacional se pretende, fomentar el cultivo del trigo nacional, ya que cada año va disminuyendo notablemente, mientras que se aumenta las importaciones de trigo, este estudio procurará reducir los volúmenes de importación del grano, de la misma manera será una solución para los panaderos ya que se podrán utilizar las mezclas de harinas que permitirán obtener pan de calidad, y será de gran aporte para la población ecuatoriana que consuma productos a base de trigo nacional, la calidad panaria del trigo nacional es inferior frente al trigo importado de acuerdo al contenido de gluten, pero se recompensa en el contenido de proteína, por ello, se realizará una sustitución parcial del mismo para recompensar el bajo contenido de gluten.

Hay que tener en cuenta que al sustituir parcialmente la harina de trigo fuerte la misma que presenta un costo elevado para el país, por una harina débil y de costo menor, permitirá un mayor acceso a estos productos por parte del consumidor que presentan recursos económicos bajos. Para ello, la realización de la mezcla de harinas será vital para mejorar la calidad y disminuir los costos del producto final. Además cabe resaltar que se cuenta con uno de los equipos más novedosos como es el equipo Mixolab el cual permite profundizar el estudio en las mezclas de harinas basándose en la calidad, ya que el mismo genera seis resultados básicos con los cuales se puede determinar si la harina (mezcla) es apta o no para la realización de pan, y mediante el equipo mencionado se respaldará la calidad de la harina y por ende del producto a obtenerse.

El mercado mundial actual de las enzimas para panadería se estima que es alrededor de 200 millones de dólares. Aunque la cuota de enzimas para panadería en el mercado total de enzimas (5%) no aumentará, su consumo se incrementará con el aumento de la demanda de enzimas en general, a un volumen estimado de casi 300 millones de dólares hasta 2011. En el mismo periodo, el mercado total de enzimas para alimentos se espera que crezca a un ritmo de casi 6 % hasta mil 200 millones de dólares. **[Popper G., 2009]**

El crecimiento está apoyado por la percepción de que las enzimas son una forma natural de mejorar la eficiencia y la calidad y que los productos químicos pueden reemplazarse, evitando el etiquetado u omitiendo la declaración de aditivos (números “E”). El descenso de los precios debido a la competencia entre los proveedores y la consolidación de la industria alimentaria proporcionan un impulso adicional. La mayor parte de las nuevas enzimas se producirán a partir de organismos genéticamente modificados y algunas de estas enzimas serán incluso “proteínas de ingeniería”, es decir, se modificará su secuencia original de aminoácidos, aunque existe cierta resistencia del mercado frente a las enzimas de organismos genéticamente modificados. **[Popper G., 2009]**

Debido al gran auge que presentan las enzimas hoy en día en la industria alimentaria, se requiere hacer uso de éstas y con ello mejorar la calidad sensorial en un producto de consumo masivo como es el pan.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de las enzimas glucosa oxidasa, hemicelulasa y el emulsificante estearil lactilato de sodio en la calidad del pan elaborado con sustitución parcial harina de trigo nacional.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer la concentración adecuada en ppm de enzimas y emulsificante para obtener pan de buena calidad
- Determinar la aceptabilidad del pan elaborado mediante la aplicación de un análisis sensorial.
- Analizar la composición nutricional del pan elaborado de la mejor mezcla obtenido en la evaluación sensorial.
- Establecer el costo de producción del pan, obtenido del mejor tratamiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La calidad de una harina va a depender de la calidad del trigo especialmente de su contenido proteico y de los mejorantes que se adicionen. Los investigadores emplearon mejorantes como α -amilasas, xinalasas y acido ascórbico los mismos que los utilizaron como un sustituto del bromato de potasio, ya que este reactivo es considerado por el comité de expertos en aditivos alimentarios de la FAO como carcinogénico genotóxico. **[Recalde H., Rodríguez M., 2003]**

La calidad proteica es la característica más importante de una harina ya que aquí se encuentran las proteínas responsables de la elasticidad y extensibilidad de la masa como la gliadina y la glutenina. Además al emplear las enzimas α amilasa y xinalasas aportan un buen rendimiento al pan además estas tienden a reducir el tiempo de desarrollo de la masa lo cual resulta factible para las industrias panificadoras. **[Recalde H., Rodríguez M., 2003]**

De acuerdo a estudios reológicos se determinó el porcentaje de sustitución de harinas de cereales nacionales y su aplicabilidad en la

elaboración de pan, empleó mezclas de harinas de trigo importado con muestras de harinas de cebada, maíz, quinua, trigo nacional y papa en sustituciones de 10%, 20% y 30%, de acuerdo a análisis farinográficos se seleccionó los mejores tratamientos tomando como criterio las mezclas con características similares a la harina de trigo importado, resultando ser: mezclas con harina de trigo importado-cebada nacional al 10%, 20% y 30% de sustitución y mezcla de harina de trigo importado-trigo nacional al 30% de sustitución, estos resultados fueron comprobados mediante análisis alveográficos y en el Mixolab. **[Lascano A., 2010 PHPPF]**

Por otra parte las propiedades funcionales de las proteínas de harina de cereales (maíz, quinua, cebada, trigo nacional e importado) y papas, desde el punto de vista funcional las mejores harinas para uso en panificación son cebada y trigo nacional las mismas que al ser sustituidas mejoraran las características propias del pan. **[Cerde L., 2010 PHPPF]**

La calidad panadera de las harinas se cuantifica por una serie de características, que son: el índice de maltosa, la capacidad de producción de gas, la humedad, la cantidad de proteínas, la cantidad de gluten, las propiedades reológicas, las cenizas etc. **[Pratt D., 1964]**

Las características reológicas son las más importantes, por ser específicas para las harinas y por la variedad de instrumentos que se han desarrollado para su medida. La reología es el estudio de las propiedades mecánicas o plásticas y que influyen de forma notable en el uso como producto final que se da a la harina. **[Pratt D., 1964]**

Los parámetros reológicos, van a estar directamente relacionados con la calidad y cantidad de las proteínas y por lo tanto con el gluten. Tanto la cantidad como la calidad de las proteínas son consideradas los factores primarios como medida de potencial de la calidad de las harinas en relación a su uso final. **[Pence W., Ninmo, C., Hepburn F.,1964]**

La acción de los mejoradores panarios consiste en oxidar los grupos sulfhidrilo o tiol (-SH) de la cisteína presentes en el gluten del trigo. A veces se ha sugerido que la oxidación de los grupos -S:S- con lo que aumentaría la rigidez de la masa. La mezcla de esta masa con oxígeno mejora las características del gluten. **[Kent N., 1987]**

La operación de mezclado de varios trigos o harinas en varios porcentajes produciría un promedio aritmético de los valores obtenidos en los farinogramas individuales; sin embargo, esto no siempre es el caso especialmente cuando son diferentes tipos y variedades de trigo. Investigando tres harinas diferentes encontró tiempos de desarrollo de 5,0 5,5 y 5,0 minutos, el promedio aritmético dio 5,2 minutos. Igualmente para estabilidad de masa, donde obtuvo valores individuales de 12,5 9,5 y 6,5 minutos respectivamente y con la mezcla de 11,0 minutos diferente del promedio 9,3 minutos. **[Shuey, 1967]**

El farinógrafo Brabender se utiliza para medir la evolución de la consistencia de la pasta durante un amasado intensivo. Se puede establecer así la duración óptima del amasado (duración antes que la resistencia no descienda). En realidad se mide la fuerza necesaria al amasado a velocidad constante. **[Kent J., Amos, 1956]**

El farinógrafo y el extensógrafo pueden ser utilizados para la selección de harinas de trigo. Sin embargo, ninguna de las pruebas químicas, fisicoquímicas y reológicas pueden sustituir el ensayo de horneado. **[Trum y Rose, 1967]**. De acuerdo a un estudio de diez variedades de trigos franceses en cinco laboratorios, demostrando que la evaluación de calidad del trigo, está basada en pruebas químicas y reológicas y ensayos de horneado. **[Paquet, 1978]**

De acuerdo al estudio de farinogramas obtenidos de cinco harinas y varias mezclas de las mismas, encontró, que cuando una harina de alta absorción es mezclada con una de baja absorción la harina resultante,

presenta una absorción menor que la de la alta, pero mayor que la de baja absorción. **[Findley, 1967]**

Mediante el uso de equipos como el farinógrafo, extensógrafo, alveógrafo y amilógrafo, analizaron las características reológicas de la masa para elaborar la parotta un pan típico del sur de la India con la adición de diferentes hidrocoloides, determinando que la goma guar es el hidrocoloide que muestra las mayores ventajas, seguido del HPMC, la goma xanthan, los carragenatos y por último la goma arábica, con esta adición se mejoró la calidad de este tipo de pan. **[Smitha S., Rajiv J., Begum K., Indrani D., 2008]**

Empleando los equipos como el Mixolab y ultrasonido analizaron el comportamiento reológico de harinas libre de gluten formuladas con harina de arroz y proteína de soya en presencia y ausencia de transglutaminasa. La masa fue sometida a cambios mecánicos debido al mezclado y calentamiento en el Mixolab y en paralelo a las medidas de atenuación de ultrasonido a dos diferentes temperaturas (25 y 65°C). Las principales diferencias fueron observadas durante el proceso de mezclado, donde la proteína de soya y la transglutaminasa inducen a un importante incremento de la consistencia de la masa. **[Rosell C., Marco C., García-Alvárez J., y Salazar J., 2009]**

Para obtener un buen pan es esencial disponer de una harina de fuerza media, con propiedades bien equilibradas. Además para que resulte de buen volumen y textura, la harina debe reunir tres condiciones principales.

- Contener cantidad suficiente de azúcares y poseer una actividad diastática adecuada, para producir durante la fermentación una reserva de dichos azúcares con el fin de asegurar la producción continua de gas, consiguiendo que la masa se distienda completamente.

- Las proteínas de la masa deben ser suficientes en cantidad y calidad para lograr la retención del gas producido.
- Al momento del horneado, la masa debe encontrarse en su punto de maduración y practicarse la cocción con pericia y condiciones adecuadas. **[Kent J., D. W. y Amos A., 1956]**

Por otro lado se evaluó la relación entre los cambios en la cristalinidad de los geles de almidón y el envejecimiento del pan. **[Cornford y col., 1964]**

Las pruebas texturales se utilizaron para determinar la vida útil de pan de molde chileno, al analizar el efecto de una lipasa y una mezcla α -amilasa maltogénica, una lipasa y una mezcla de lecitina con estearoil lactato de sodio, se presenta una fuerte relación entre la compresión y la textura manual. **[Garrido E. y col., 2004]**

Otros han utilizado el módulo elástico de la miga del pan para seguir el curso de este mismo proceso y se ha concluido que en general, el módulo elástico (elasticidad) aumenta con el tiempo de envejecimiento del pan.

Se realizó un estudio similar y se reportó una correlación estrecha entre el módulo elástico del pan y la evaluación sensorial de la "frescura". **[Elton G. A. H., 1969]**

La prueba de flexión o de tres puntos se aplicó a pan seco (material poroso) para determinar el módulo de Young que dio generalmente valores más altos a bajos valores de actividad de agua que los valores obtenidos de los ensayos de compresión y cuando la $a_w \geq 0,75$ no hay diferencia entre los módulos obtenidos por flexión o por compresión. El módulo obtenido por flexión presenta un plateau entre a_w 0,11 y 0,32.

La deformación en la rotura, obtenida de la prueba de flexión permanece más o menos constante hasta $a_w = 0,56$ y aquí se produce un incremento fuerte. Esto está relacionado con los cambios estructurales del pan con a_w . A baja a_w el material es cristalino y muy frágil. Las fallas se propagan rápidamente en la estructura vítrea y provoca la fragmentación y desintegración a baja deformación. Al transformarse en gomoso, la falla de la pared celular no puede propagarse fácil y rápidamente, por lo tanto el material es más dúctil, lo que hace que el material soporte mayor deformación. **[Chang y col., 2000]**

Posteriormente se evaluaron sensorialmente e instrumentalmente muestras de pan blanco comercial a los días 4 y 12 después del horneado y encontraron que la textura sensorial podría ser predicha por lo instrumental y que si no se dispone de instrumentos, los parámetros texturales manuales serían buenos indicadores. **[Gámbaro y col., 2002]**

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

De acuerdo al enfoque que presenta el tema de investigación el paradigma que describe al mismo es el positivista debido a que éste señala que los datos se transforman en unidades numéricas que permiten a su vez un análisis e interpretación más exacta. Se aplican fundamentalmente análisis estadísticos que argumentan matemática y objetivamente los resultados. El análisis y tratamiento de datos ocurre después de la recogida de resultados, teniendo un carácter estético y deductivo. Los resultados obtenidos se interpretarán en función de la hipótesis de partida.

El paradigma positivista son las ciencias naturales y sociales, donde la realidad es única y fragmentable en partes que se pueden manipular independientemente. Se cree en la posibilidad; por lo que se busca llegar a leyes y generalizaciones independientes del tiempo y espacio. **[Gonzales, 1977]** El campo donde se desarrolla puede ser en un laboratorio o mediante muestreo, orientado a la verificación, confirmatorio, reduccionista e hipotético

deductivo mediante el análisis de resultados de la investigación. **[Guaman D., 2009]**

2.3 FUNDAMENTACION LEGAL

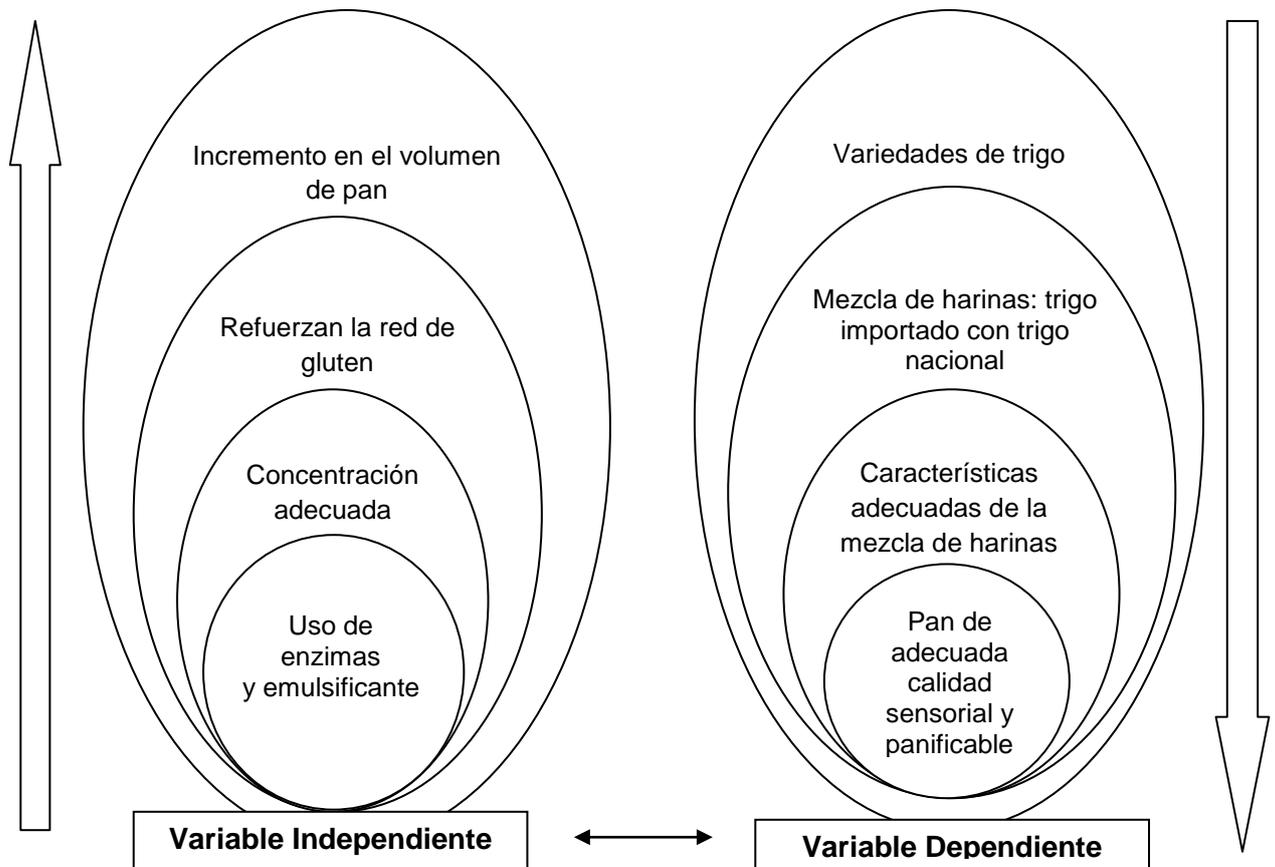
Para el buen desenvolvimiento del proyecto de investigación se aplicarán los siguientes equipos: para los análisis farinográficos, alveográficos, en fin el comportamiento reológico de las mezclas de harinas, los métodos que se llevaran a cabo están basados en los manuales de funcionamiento de los equipos BRABENDER (farinógrafo) y CHOPIN Technologies (mixolab y alveógrafo), acorde al método AACCC (American Association of Cereal Chemistry) e ICC (International Association of Cereal Chemistry), para la textura del pan el Texturómetro BROOKFIELD de acuerdo al Manual No. M/08-371A0708; además normas nacionales (NTE INEN 530:1980, NTE INEN 616:2006).

- Farinógrafo - Manual Brabender [AACCC o ICC]
- Alveógrafo Chopin - Manual Granotec [AACCC o ICC]
- Caracterización de las mezclas de harina - Equipo Mixolab [AACCC o ICC]
- Texturómetro- Manual Brookfield
- Ensayos de panificación - Norma INEN 530:1980
- Requisitos de la harina de trigo - Norma INEN 616:2006

2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES

En el gráfico 4 se muestra la red de inclusiones, relacionando los componentes de la variable dependiente e independiente

GRÁFICO 4: Red de Inclusiones



Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

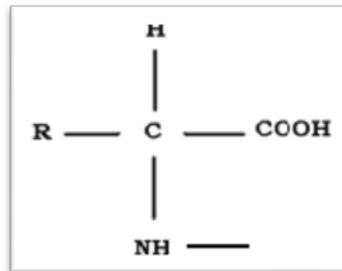
2.4.1. Uso de enzimas y emulsificantes (mejoradores panarios)

Las enzimas son una forma de proteína que tiene una función específica. Son catalizadores orgánicos; es decir que tienen la facultad de activar determinadas reacciones químicas. Una de sus principales características es su especificidad, es decir, cada enzima tiene una reacción particular sobre la que actúa. Otra característica es que disminuye la energía necesaria para que se produzca la reacción entre las moléculas y, por lo tanto, acelera esta reacción.

Y la tercera característica es que la enzima no sufre transformación alguna, ya que al principio y al final del proceso permanece igual.

Al ser una proteína, su estructura es la de una cadena de aminoácidos unidos por medio de enlaces peptídicos, donde el grupo amino de un aminoácido se une con el grupo carboxilo de otro, desprendiendo una molécula de agua. [Multon J., 1988]

GRÁFICO 5: Estructura de un aminoácido



Fuente: Calaveras J., 1996

En el gráfico 5 se puede observar la estructura de un aminoácido en el cual el grupo R es el radical que diferencia a los aminoácidos entre sí.

La actividad enzimática depende de las condiciones en que se da la reacción. Las enzimas son muy sensibles a los cambios de temperatura y pH que pueden neutralizar su actividad.

Dos reacciones que generan las enzimas son la fermentación alcohólica y la degradación del almidón.

El almidón está formado por dos compuestos, amilopectina y amilosa. Las dos son cadenas de glucosas, pero mientras que la primera (amilosa) es una molécula alargada y sin ramificar, la segunda (amilopectina) aparece muy ramificada y se encuentra formando capas alternativas.

Para conseguir que estas cadenas se fragmenten y sean aprovechadas por las levaduras, han de actuar varias enzimas llamadas amilasas (atacan a la amilosa y amilopectina). Todos ellos tienen en común que atacan al almidón, pero de distinta forma: así, tenemos amilasas alfa,

beta y glucoamilasa. Además de éstos, también es necesaria la acción de las maltasas. **[Calaveras J., 1996]**

Las variaciones en la calidad enzimática de la harina repercuten en la calidad y regularidad del pan, esto hace que el panadero deba reconocer aquellos mejorantes panarios que contienen más o menos enzimas y de diferente calidad para variar en función de la harina. Del mismo modo cuando se utilizan masas en fermentación controlada los mejorantes han de ser específicos, con diferente formulación no solo en el contenido de enzimas sino también en ácido ascórbico y emulsionantes.

Resulta de gran importancia la capacidad de producción de gas es uno de los parámetros importantes para controlar la calidad de la harina. De ello depende por un lado la cantidad de azúcares presentes en la harina y por otro el contenido enzimático de la misma.

Por otro lado de acuerdo a la Cinética de la Reacción (Michaelis-Menten), la enzima E reacciona con el sustrato S formando un compuesto intermedio, conocido como complejo activado inestable enzima-sustrato ES, el cual se descompone en la enzima E y el producto de reacción P.



La cantidad de enzima requerida en el proceso es pequeña y no influye la variación energética de la reacción. La cinética de la reacción es influenciada por la concentración del sustrato y de la enzima. La velocidad de la reacción aumenta con un incremento de concentración de enzima, para una misma concentración de sustrato. **[Tamayo L., 1997]**

La temperatura produce efectos sobre la velocidad de las reacciones enzimáticas aumentando con el incremento de la temperatura, de modo semejante a las reacciones químicas. Esto significa que la velocidad de reacción se duplica con el aumento de 10°C en la temperatura de la

reacción. En las reacciones enzimáticas, la velocidad aumenta con la temperatura hasta alcanzar una velocidad máxima, a partir de la cual comienza a decrecer. **[La magia de las enzimas, 2005]**

Los efectos que se pueden obtener en la masa por la aplicación de las enzimas son los siguientes:

- Reducir el tiempo de amasado.
- Generar azúcares para la fermentación.
- Aumentar o disminuir la extensibilidad de la masa por las oxidasas o proteasas.
- Aumentar la fuerza de la masa.
- Ajustar el equilibrio de la masa.
- Reducir la viscosidad de la masa.
- Mejorar la conservación.

Las enzimas son capaces de regular las características de una harina teniendo en cuenta la aplicación para las que van a ser destinadas. **[Tejero F., 2005]**

2.4.2. Concentración adecuada de enzimas

La cantidad de una enzima añadida a la harina reaccionará de forma distinta dependiendo de varios factores. Este hecho va a generar dudas al panadero, porque el comportamiento de las masas será bien distinto dependiendo de la cantidad de mejorante añadido, ya que es en el mejorante donde normalmente el panadero adiciona las enzimas a su pan; a través de un conjunto enzimático, que incorpora generalmente también ácido ascórbico y algún tipo de emulsionante. Por ello, otros factores como la acidez de las masas madres, la temperatura de la masa y de la fermentación, así como la temperatura del horno, tendrán una repercusión de reacciones bien distintas cuando estos parámetros cambien.

Casi todas las reacciones químicas de las células son canalizadas por enzimas, con la particularidad de que cada enzima sólo cataliza una reacción, por lo que existirían tantas enzimas como reacciones. **[Tejero F., 2005]**

2.4.2.1. Hemicelulasas

El término hemicelulasa designa una familia de enzimas. Todos los miembros mostrados en el gráfico 6 pueden disgregar los pentosanos, pero sus impactos sobre la masa y propiedades de panificación varían mucho.

Los pentosanos forman una red con el gluten; cuantos más pentosanos hay implicados, más firme es la red. Éste es el motivo por el que las harinas de trigo más oscuras y las mezclas que contienen harina de centeno tienen un rendimiento de volumen menor que las harinas blancas. El rendimiento de volumen de todas las harinas puede aumentarse considerablemente agregando hemicelulasas.

Las hemicelulasas pueden ser sistemas enzimáticos bastante complejos cuyas fuentes suelen ser fúngicas o bien provienen de microorganismos genéticamente modificados (GMO). **[Cauvain S., Young L., 1998]**

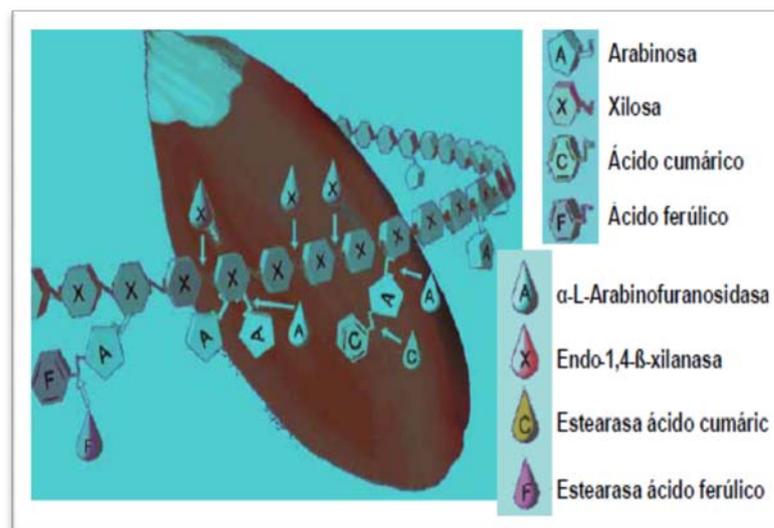
Cuando se añaden las enzimas, ofrecidas comercialmente como hemicelulasas, a las masas se modifican los pentosanos del trigo. Puede demostrarse claramente que varios de estos sistemas enzimáticos (Dosis por 100 kg harina es de 2-8 g) tienen un efecto beneficioso notable en muchos tipos de productos de panadería.

Cuando se utilizan en las masas, el manejo de éstas resulta más fácil y son extensibles sin que esto redunde en la pérdida de resistencia ni en un incremento de su pegajosidad. Incluso puede observarse un modesto aumento de la capacidad de absorción de agua. El producto terminado

presenta un mayor volumen junto a una estructura alveolar más fina. Esta estructura fina del alveolo provoca sucesivamente un mejor color de la miga y una mejora de su terneza y elasticidad. [Cauvain S., Young L., 1998]

Rompen de forma controlada la fracción de pentosanos presente en la hemicelulosa. Su acción se prolonga durante el amasado, la fermentación las etapas iniciales del horneado, dando una masa blanda, pero no pegajosa, que dará un pan con mejor volumen y textura. Son útiles en todo tipo de harinas, pero especialmente en aquellas que contienen un alto porcentaje de hemicelulosa, como las harinas oscuras, las integrales (de trigo integral) y las de centeno y en los granos triturados. [Cauvain S., Young L., 1998]

GRÁFICO 6: Enzimas Hemicelulolíticas



Fuente: Popper, 2009.

En el gráfico 6 se observa la composición química que presenta una enzima hemicelulolítica (hemicelulasa) de acuerdo a los enlaces de la estructura. De esta manera se puede analizar el efecto que tendrá dentro de la masa, teniendo en cuenta la cantidad de monosacáridos y de compuestos que forman parte del grupo de los ácidos hidroxicinámicos

Función principal de las hemicelulasas:

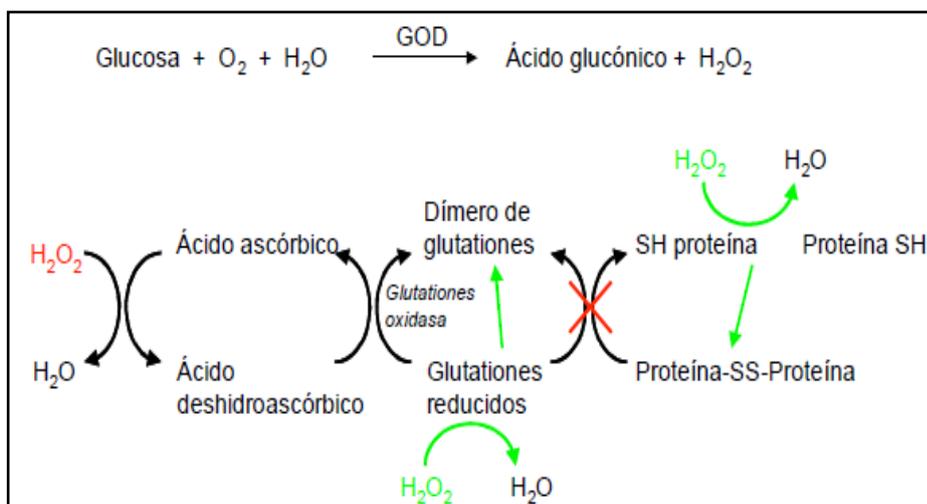
- Al ocasionar un incremento moderado de la solubilidad de los pentosanos hacen que la velocidad de difusión del dióxido de carbono a través del agua de la masa sea más lenta y aumente la retención de gas.
- Al quedar regulada la hidrólisis de los pentosanos más complejos, el papel de estos interfiere en la formación de la red de gluten quedando reducido.
- Los enlaces entre los pentosanos y las proteínas pueden romperse. Esto aumenta la proteína disponible y reduce la desorganización de la red proteica.
- La liberación de agua en el interior de la masa durante el horneado disminuye su viscosidad y permite una mayor expansión y masa duradera. **[Cauvain S., Young L., 1998]**

Son enzimas que relajan la masa y aumentan la retención de agua, permitiendo lograr panes de mayor volumen específico. Asimismo, modifican el color de la corteza y la textura de la miga. Se utilizan para todo tipo de panificados. **[Sarmentero O., 2005]**

2.4.2.2 Gluco-oxidasa

Un efecto del GOD en la masa es la oxidación de la glucosa para formar ácido glucónico con la ayuda del oxígeno atmosférico, pero la ligera acidificación que se produce en el proceso es negligible; su otro efecto es la transformación del agua en peróxido de hidrógeno, de acuerdo al gráfico 7. 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.

GRÁFICO 7: Reacción de glucosa oxidasa y efectos probables sobre los componentes de la masa



Fuente: Popper, 2009.

Cataliza la oxidación de unidades de glucosa con desprendimiento de peróxido de oxígeno. Esta reacción favorece la oxidación de las proteínas al aumentar la tenacidad del gluten y reduciendo su extensibilidad. Su efecto es como el del ácido ascórbico: incrementa la retención de gas y aumenta el volumen del pan. **[Sarmentero O., 2005]**

La transformación de glucosa a ácido glucónico y peróxido de hidrógeno, favorece la oxidación de las proteínas, aumentando la tenacidad del gluten y reduciendo su extensibilidad. Su efecto es como el del ácido ascórbico: incrementa la retención de gas y aumenta el volumen del pan.

Después del amasado la presencia de oxígeno sigue activa en la superficie de la masa. La acción de la GOX cuando interviene glucosa y oxígeno produce un compuesto oxidante: el peróxido de oxígeno (agua oxigenada). Esto produce, por un lado, una fuerte oxidación de la masa que repercute en el gluten aumentando la fuerza. **[Tejero F., 2005]**

La gluco-oxidasa es considerada como un coadyuvante de la fermentación, la cantidad recomendada de uso, resulta ser la cantidad suficiente para obtener el efecto deseado. **[Calaveras J., 1996]**

2.4.3. Mejoradores (Agentes madurantes – oxidantes)

2.4.3.1. Ácido L-Ascórbico

Desde casi 60 años se sabe que el ácido ascórbico, químicamente es un agente reductor, puede emplearse como mejorante del pan (Melville y Shanttock, 1938). Durante el amasado, el oxígeno atmosférico convierte el ácido ascórbico en ácido dehidroascórbico, que es un agente oxidante. Desde que en 1990 se prohibiera el empleo de bromato potásico, el ácido ascórbico ha pasado a ser el principal aditivo para modificar el comportamiento de la harina en el Reino Unido y en el resto del mundo. **[Cauvain S., Young L., 1998]**

Su efecto en el gluten consiste en reducir la extensibilidad e incrementar la elasticidad, dando una mejor forma y una textura más fina a los panes. Los molineros lo añaden en muy pequeña cantidad para proporcionar una harina más adecuada para la elaboración de aquellos productos en los que no se añaden otros mejorantes en la panadería. En el caso de que se añadan otros mejorantes, la contribución adicional de la harina será demasiado pequeña para tener un efecto sustancial en la calidad del pan. **[Cauvain S., Young L., 1998]**

El ácido ascórbico, la cantidad permitida en el Ecuador está limitado a 200 ppm en términos de peso de la harina. **[Norma INEN 616; 2006]**

Los efectos posibles de ácido ascórbico en las masas desarrolladas mecánicamente pueden enumerarse en los siguientes:

- Oxidación de los grupos –S—H hidrosolubles para eliminarlos del sistema. Esto mejoraría la estructura de la masa ya que impide la reacción entre los grupos –S—H de las moléculas de glutenina expuestas durante el periodo de desarrollo.

- Formación de enlaces –S—S—entre un grupo –S—H de una proteína hidrosoluble y uno –S—H de la glutenina. Esto podría debilitar la estructura de la masa.
- Formación de enlaces –S—S—entre un grupo –S—H de moléculas de glutenina que quedarían expuestos durante el periodo de desarrollo. Esto incrementaría la elasticidad de la estructura de la masa.
- La oxidación directa de un grupo –S—H en una molécula de glutenina a una forma estable que, entonces, ya no puede participar en posteriores reacciones de intercambio.

Al igual, también presenta ventajas el empleo de ácido ascórbico en las masas.

- Es la vitamina C y, por tanto, es prácticamente inconcebible que bajo cualquier circunstancia sea retirado de las listas de aditivos permitidos en el pan.
- La utilización de elevadas concentraciones de ácido ascórbico en las masas de tiempo nulo no conduce a los problemas asociados con sobretratamientos.
- La eficacia del ácido ascórbico se potencia de forma considerable con la utilización de amasadoras en espiral, tal como el enriquecimiento en oxígeno.

Es posible mejorar las características de la masa utilizando emulsionantes y enzimas con el fin de completar la acción del ácido ascórbico; así sucede con los mejoradores compuestos. Aunque con brevedad que es posible modificar el sistema de amasado y de desarrollo de la masa para optimizar las funciones del ácido ascórbico. En estas circunstancias es posible la producción de pan y otros productos de alta calidad fermentados por levaduras con ácido ascórbico como único agente oxidante. **[Cauvain S., Young L., 1998]**

El ácido l-ascórbico es el sustituyente de los antiguos oxidantes como los bromatos y básicamente, su función principal es reforzar las cadenas de gluten, actúa como oxidante de las proteínas, ayuda a relacionarse entre sí, evitando la pérdida de CO₂, adicionalmente el ácido L-ascórbico facilita la absorción de agua y permite reducir el tiempo de reposo de las harinas recién procesadas que es normalmente de 15 días. **[Calaveras J., 1996]**

Los agentes oxidantes mejoran las propiedades de calidad del gluten debido a que se incrementa los puentes di sulfuro y evita las rupturas y escapes de gas de fermentación. **[Liama, 1989]**

Durante el proceso de amasado el ácido l-ascórbico se oxida de manera inmediata y actúa como oxidante. **[Tanaka, 1980]**

Según la revista BRABENDER, es posible diferenciar claramente la acción del ácido l-ascórbico en la harina de trigo, con la medición extensográfica, también el farinógrafo permite la evaluación de los parámetros de absorción de agua. De acuerdo a la Norma INEN 616:2006 la dosis adecuada máxima es de 200m mg/Kg.

2.4.3.2. Azodicarbonamida

Es un oxidante de acción rápida en harinas con bajo contenido de gluten, acondiciona y refuerza la estructura de la masa.

Es un agente oxidante que actúa sobre las proteínas del gluten mejorando las propiedades de la masa confiriéndole mayor elasticidad y mayor retención de agua. Esto se traduce finalmente en mejor textura y mayor volumen de miga. **[Azodicarbonamida, 2006]**

La azodicarbonamida resulta apropiada para la metodología de esponja y masa habitual en Norteamérica. **[Cauvain S., Young L., 1998]** De

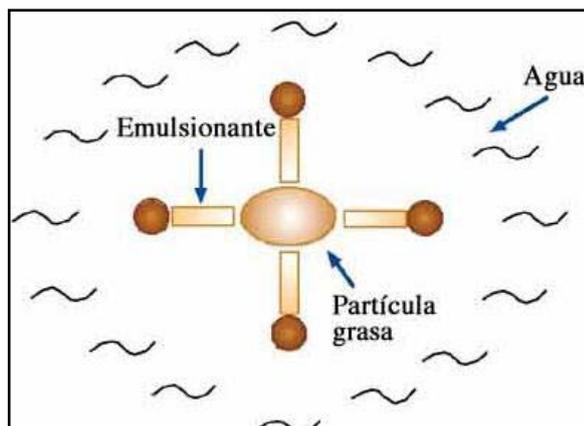
acuerdo a la Norma INEN 616:2006, la dosis máxima es de 45 mg/kg para pan.

2.4.4. Emulsionantes

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 a la masa, estabilizan la espuma que puede resultar del amasado (anti-espumante), retardan el endurecimiento del pan, aumentan la vida útil y actúan como lubricante de la masa. **[Calaveras J., 1996]**

Los emulsionantes son moléculas que constan de una parte afín del agua (Hidrófila) y de una parte afín de la grasa (Lipófila), de acuerdo al gráfico 8. La molécula se sitúa en la interfase aceite/agua, orientándose a parte lipófila hacia el aceite y la parte hidrófila hacia el agua. **[Grupo Vilbo, 2004]**

GRÁFICO 8: Acción del Emulsionante en la Masa

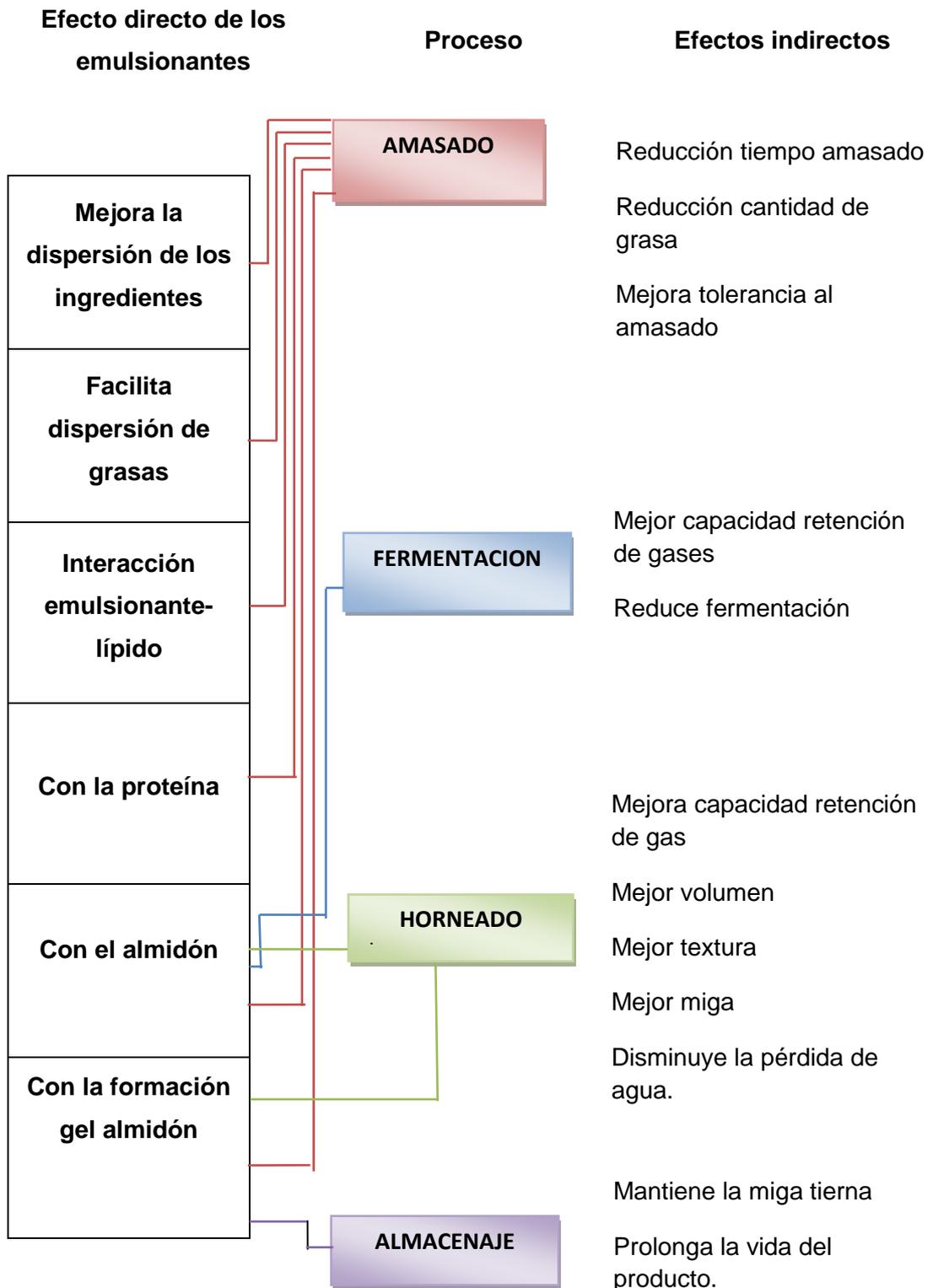


Fuente: Grupo Vilbo, 2004.

Los emulsionantes permiten que la miga sea más blanda, tierna y suave durante más tiempo y se emplean fundamentalmente en los productos de larga conservación. Se diferencian dos categorías: E-482 Estearil-2-lactilato cálcico (CSL) y E-481 Estearil-2-lactilato sódico (SSL).

En la Tabla 5 se muestra los efectos tanto directos como indirectos de los emulsionantes durante el proceso de elaboración de pan,

TABLA 5: Efecto de los emulsionantes



Fuente: Calaveras J., 1996

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011

2.4.4.1. Estearil-2-Lactilato Sódico (SSL).

Estos emulsionantes son los más indicados en la fabricación del pan de molde, pan de hamburguesa, panes suaves y bollería industrial de larga conservación en combinación con otros emulsionantes, que proporcionan fuerza, tolerancia, volumen, flexibilidad y esponjamiento en la miga y suavidad en la corteza; en resumen, aumento de vida en los panes y la bollería.

En la Tabla 6 se observa los efectos y las concentraciones adecuadas de emulsionantes: estearil 2 lactilato de sodio y estearil 2 lactilato de calcio, en el pan.

TABLA 6: Concentraciones adecuadas de los emulsionantes

EMULGENTE	CÓDIGO	ABREVIATURA	EFEECTO	DOSIS NORMAL DE USO
Estearil -2-lactilato sódico	E-481	SSL	Miga tierna Flexibilidad en la miga Suavidad en la corteza volumen	2-5 g/kg de harina
Estearil-2-lactilato cálcico	E-482	SCL	Volumen Suavidad en la corteza Flexibilidad en la miga Conservación de la frescura del pan Evita el colapso en el pan de molde	2-5 g/kg de harina

Fuente: Francisco T., 2005.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

El estearoil 2 lactilato de sodio es menos complejo que los ésteres, aunque el número de residuos de ácido láctico es variable. El SSL (estearoil 2 lactilato sódico) es un sólido blanco, tiene un punto de fusión relativamente elevado y puede añadirse a las masas en forma pulverulenta, bien solo o bien como parte de un componente acondicionador de la masa.

Es miscible (mezclable) con la grasa y, por consiguiente, es un componente ideal para concentrados grasos, particularmente los utilizados en productos enriquecidos o semienriquecidos en grasa, incluyendo panecillos de hamburguesas y donuts.

Mejora la retención del gas en la masa aunque, peso a peso, tiene menos rendimiento. Esta sustancia proporciona una extensión de la vida útil del producto en términos de blandura. Es capaz de unirse con la amilosa de forma similar a como lo hacen los monoglicéridos destilados, lo que debe contribuir a su efecto como ablandador de la miga.

El SSL puede reemplazarse por la forma cálcica (SCL) y utilizarse en concentraciones similares a las señaladas para el SSL. Los efectos globales de ambas sustancias son similares. **[Cauvain S., Young L., 1998]**

2.4.3. Red de gluten

La red de gluten se forma de una masa panificable a partir de la harina de trigo en un medio acuoso, permitiendo la aparición de reacciones químicas que transforman la mezcla en una masa casi 'fibrosa', esto es debido a las proteínas de la harina (gluten) que empiezan a alinearse en cientos de cadenas

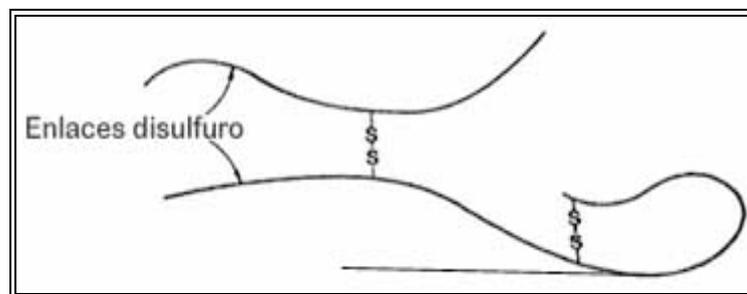
Forman una masa visco-elástica a partir de la adición de agua a la harina. Estas proteínas se pueden aislar bajo la forma de gluten, una vez que las partículas de almidón y demás sustancias solubles son eliminadas junto con el agua.

El gluten está compuesto por 80 % de proteínas, 7 % de lípidos y 5% de hidratos de carbono. Los hidratos de carbono, como los pentosanos contribuyen en parte a la unión del gluten con el agua.

Las prolaminas y las gluteninas, en relación con los lípidos, aportan una característica muy particular en la formación del gluten. Son responsables de la cohesión y la visco-elasticidad de la masa, propiedad que permite la retención de gas durante el amasado y en la cocción cuya consecuencia es un producto panificado poroso, esponjoso y con una corteza elástica. La formación del gluten se basa en la interacción específica entre las prolaminas y gluteninas con intervención de los enlaces físicos y químicos. **[Claude Willm, 2011]**

La red de gluten se obtiene directamente, con suma facilidad, a partir del grano de trigo. De acuerdo al gráfico 9, los enlaces disulfuro después del amasado empiezan a desplegarse para así formar la red de gluten.

GRÁFICO 9: Producción de Gluten



Fuente: Claude Willm, 2011

2.4.4. Incremento en el volumen del pan

Para la obtención de un pan con un buen volumen, a más de utilizar una harina con un buen contenido de gluten conjuntamente con el uso de mejoradores, se debe tener mucho cuidado durante el proceso, en cada etapa de elaboración de pan. **[Manual del panadero, 2010]**

Amasado: El objeto del amasado es el de dispersar los ingredientes, mezclándolos, favoreciendo la disolución e hidratación del gluten. Posteriormente, se le imprime la energía necesaria a la masa para que desarrolle su estructura de proteínas, gluten, buscando como finalidad que el aire se incorpore en el interior de esta estructura, desarrollándose los alveolos, que retendrán posteriormente el gas procedente de la fermentación. La masa adquiere volumen, extensibilidad, y se torna lisa, flexible y suave, despegándose de las paredes de la amasadora.

División. Boleado. Reposo. Formado: La división es objeto de castigo a la masa, dañando su red de gluten, restándole extensibilidad, y aumentando su tenacidad y temperatura. Para restar el daño producido, el boleado junto al reposo, relajan el exceso de tenacidad, y permiten a la red de gluten reorganizarse, lo que se traduce en un mejor manejo de las piezas en el formado.

Fermentación: La fermentación viene marcada por el tiempo, una fermentación larga confiere al pan mayor sabor y aroma, mientras que una fermentación corta, permite desarrollar un mayor volumen de trabajo, con la salvedad de disponer de una gran cámara de fermentación.

El almidón es el que sirve de sustrato a las levaduras, dando como resultado dióxido de carbono y alcohol. La red de gluten, es la encargada de retener este dióxido de carbono, su equilibrio entre tenacidad y extensibilidad permite el desarrollo de las piezas, evitando la pérdida de humedad.

Corte. Cocción: Para realizar el corte conviene comprobar el estado de la pieza, si se encuentra húmeda y pegajosa conviene esperar.

El corte ha de ser superficial, ligeramente inclinado, y segundos cortes continuarán a los primeros, empezando en la mitad de estos para evitar que se encuentren las greñas. Como norma, a mayor volumen, corte más superficial.

La fase desde que la pieza sale de la cámara hasta que entra en el horno, es una fase crítica en la que la pieza se aproxima a su volumen final, pero esta tiene una estructura completamente flexible, por lo que su manipulación debe de ser lo más cuidadosa posible. **[Manual del panadero, 2010]**

2.4.5. Variedades De Trigo

2.4.5.1. Según la cosecha

- **Trigo de otoño- invierno (O – I).**- se conoce como aquel grano sembrado que germina en otoño e invierno y crece lentamente hasta cosecharse en la primavera, es el que se utiliza en nuestro país.
- **Trigo de primavera – verano (P –V).**- es el grano que fue sembrado en primavera, germina mucho más rápido y se cosecha en el verano, es propio de países muy fríos. De esta manera se evitan las heladas del invierno que estropearían el trigo.

Desde luego esta referencia puede depender de la ubicación de cada país y de sus condiciones climáticas particulares. **[Programa de Investigación en la calidad de trigo, 2005]**

2.4.5.2. Según el grano

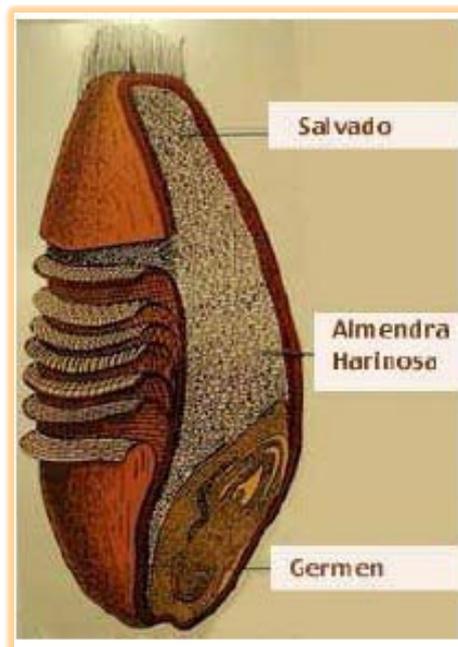
- **Trigo común.**- también llamado vulgar o candeal, es el más cultivado y se utiliza para la panificación
- **Trigo duro.**- proporciona el grano que se utiliza para la fabricación de pastas alimenticias (macarrones, fideos etc.), es muy rico en proteínas.
- **Trigo compacto.**- es de calidad relativamente baja y es el que se utiliza para la repostería, tiene pocas proteínas.

2.4.5.3. Según el color

- Ambarinos
- Rojos
- Blancos. [Tejero F., 1992]

En el gráfico 10 se observa estructura y la composición del grano de trigo, conformado por el salvado, almendra harinosa y el germen, permitiendo así analizar el contenido final del producto a elaborar tal sea el caso en la panificación.

GRÁFICO 10: Estructura Y Composición Nutritiva Del Trigo



Fuente: Estructura del grano, 2009

En cuanto a la Tabla 7, en ella se muestra las propiedades físicas tomando en cuenta factores como diámetro, porosidad, forma, además del tipo de lecho y en cuanto a las propiedades químicas se denota la densidad, como la humedad del grano fresco de trigo.

TABLA 7: Propiedades del grano de Trigo

Propiedades físicas				
Diámetro (mm)		Porosidad	Factor Forma	Tipo de Lecho
3,92		0,4175	1,14	Normal
Propiedades químicas				
Densidad (Kg/m ³)		Humedad del grano fresco.		
Absoluta	Aparente	Bajo	Bajo-Medio	Bajo-Alto
1370	800	Hasta 14%	14-16%	Mayor a 16%

Fuente: Estructura del grano, 2009.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

2.4.6. Mezclas de harinas

Trigo Importado CWRS (Canadá Western Red Spring).- es el mejor trigo para panificación, el mismo que es conocido por sus excelentes resultados de molienda y panificación, con una pérdida mínima de proteína en la molienda. El gluten de este tipo de trigo es fuerte, se usa bastante en mezclas con otros trigos más débiles para elaborar toda una gama de productos como el pan tipo francés, fideos, panes sin levadura y panes horneados al vapor. **[Pazmiño J., Salvarria H., 1982]**

Trigo Nacional.- se emplea la variedad Cojitambo, es uno de los trigo que se producen en mayor porcentaje en la zona sierra de nuestro país, es un trigo débil debido a su contenido de gluten además de su composición proximal. La cantidad de trigo nacional que se produce en nuestro país se la destina para el consumo humano, tal es el caso en la panificación. **[Lascano A., 2010 PHPPF]**

Para obtener una harina panadera empleando el trigo nacional, se realiza mezclas de este tipo de trigo con el importado, para así mejorar la calidad y por ende obtener una mezcla de harina apta para elaborar pan.

TABLA 8: Análisis proximal: harina de trigo importado y nacional

Componentes	Trigo Importado CWRS#1	Trigo Nacional Cojitambo
Humedad (%)	12,08	12,73
Carbohidratos (%)	81,84	87,58
Proteína (%)	15,33	9,10
Grasa (%)	1,54	1,29
Cenizas (%)	0,73	0,92
Fibra (%)	0,57	1,11

Fuente: Lascano A., 2010

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011

En la Tabla 8 se muestra el análisis proximal del trigo importado y nacional, resulta evidente las diferencias entre las dos variedades de trigo puesto que el trigo importado le supera en contenido de proteína y grasa a diferencia del trigo nacional que presenta mayor contenido de carbohidratos, ceniza y fibra.

Las harinas que presentan corto tiempo de desarrollo y larga estabilidad producen masas pequeñas. Cuando son mezcladas con otras de trigos fuertes proporcionan más elasticidad y flexibilidad a las masas. **[Shuey, 1967]**

Harinas de trigos fuertes que presentan largos tiempos de desarrollo y estabilidad de masa; son muy útiles para propósitos de mezclado; debido a que mejoran la fuerza y tiempo de mezclado de harinas de trigo débiles. **[Shuey W., 1967]**

La capacidad de mantener buen volumen y buena estructura de miga del pan, se dio cuando se mezcló harinas fuertes con ciertas proporciones de harinas flojas. **[Kent N. L., 1987]**

Si una harina de trigo ofrece altas cualidades panificables (harina fuerte) podrá soportar en mezcla un porcentaje de harina de otro cereal más elevado; viceversa, si la harina de trigo es de débiles cualidades panificables (harina débil) el porcentaje deberá ser reducido; por tanto, tratando con el mismo porcentaje de mezcla de harinas de trigo de cualidades panificables diversas, se obtendrán productos de panificación diversos. **[Rollin E., 1962]**

La harina de trigo es la única entre las harinas de los cereales, capaz de formar una masa cuando se mezcla con agua. Además tiene la particularidad de retener el gas que se produce durante la fermentación, o el liberado por sustancias químicas dando productos esponjosos. **[Honesey C., 1991]**

Para determinar las características adecuadas de las mezclas de harinas (trigo nacional con trigo importado) se efectuará pruebas reológicas con equipos como: farinógrafo, alveógrafo y mixolab.

2.4.6.1. Calidad industrial de la harina

Para medir la calidad panadera de la harina se utiliza el farinógrafo, alveógrafo y mixolab que mide la consistencia de la masa mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y la absorción del agua necesaria para alcanzar esta consistencia. El principio de la medida se basa en el registro de la resistencia que la masa opone a una acción mecánica constante en unas condiciones de prueba invariables. **[Soto R., 2009]**

2.4.6.1.1. Farinógrafo Brabender

Es un equipo que permite determinar la plasticidad y movilidad de la masa; el farinógrafo indica básicamente dos propiedades físicas importantes de la masa:

1. La absorción o cantidad de agua requerida para que una masa tenga una consistencia definida.

2. El comportamiento de la masa durante el amasado.

La curva obtenida; el farinograma, representa un registro completo de las características de calidad de una harina de trigo en forma gráfica, con patrones establecidos correspondiendo el número 1 a farinogramas de variedades con gluten muy débil, y el 8 a glútenes muy fuertes. **[Soto R., 2009]**

El farinógrafo produce una curva que reproduce en forma visual el conjunto de características de calidad de la harina. La curva aumenta hasta un máximo de consistencia a medida que las proteínas de la harina se desdoblán en gluten y cae, a medida que éste pierde resistencia por el amasado continuo.

Los índices que normalmente se determinan con el análisis farinográfico son: absorción de agua, desarrollo de la masa, estabilidad y grado de ablandamiento.

- La absorción del agua representa la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia de 500 unidades farinográficas en el amasado. Se encuentra directamente relacionada con la cantidad de pan que puede ser producida por kilo de harina, y depende de la cantidad y calidad de gluten, y la dureza de endospermo. Los trigos duros generalmente tienen un endospermo vidrioso que requiere mayor energía en la molienda y el mayor trabajo de molienda daña los gránulos de almidón, aumentando la capacidad de absorción de agua.
- El desarrollo de la masa o el período de desarrollo, es el tiempo necesario para alcanzar la máxima consistencia. En una harina fuerte, este período puede ser notablemente largo y es posible que este hecho esté en relación con la alta calidad del gluten o también con la velocidad de absorción de agua por parte de la misma.

- La estabilidad es el intervalo de tiempo durante el cual las masas mantiene la máxima consistencia y se mide por el tiempo que la curva se encuentra por encima de 500 unidades farinográficas.
- La caída o debilitamiento de la masa o grado de ablandamiento representa la diferencia entre la máxima consistencia y la que se obtiene después de 10-20 minutos.

La aptitud de una harina para panificación utilizando los análisis farinográficos se puede evaluar mediante la siguiente clasificación:

- Calidad óptima: caída de la masa entre 0 y 30 unidades farinográficas, y una estabilidad superior a 10 minutos.
- Calidad buena: caída de la masa entre 30 y 50 unidades y estabilidad no inferior a 7 minutos.
- Calidad discreta: caída de la masa entre 50 y 70 unidades farinográficas y estabilidad no inferior a 5 minutos.
- Calidad mediocre: caída de la masa entre 70 y 130 unidades farinográficas y estabilidad no inferior a 3 minutos.
- Calidad baja: caída superior a 130 unidades farinográficas y estabilidad inferior a 2 minutos. **[Pantaneli A., 1996]**

A continuación se indica los parámetros que se toma en cuenta en los análisis farinográficos mediante la Tabla 9:

TABLA 9: Medidas Panaderas para análisis farinográficos

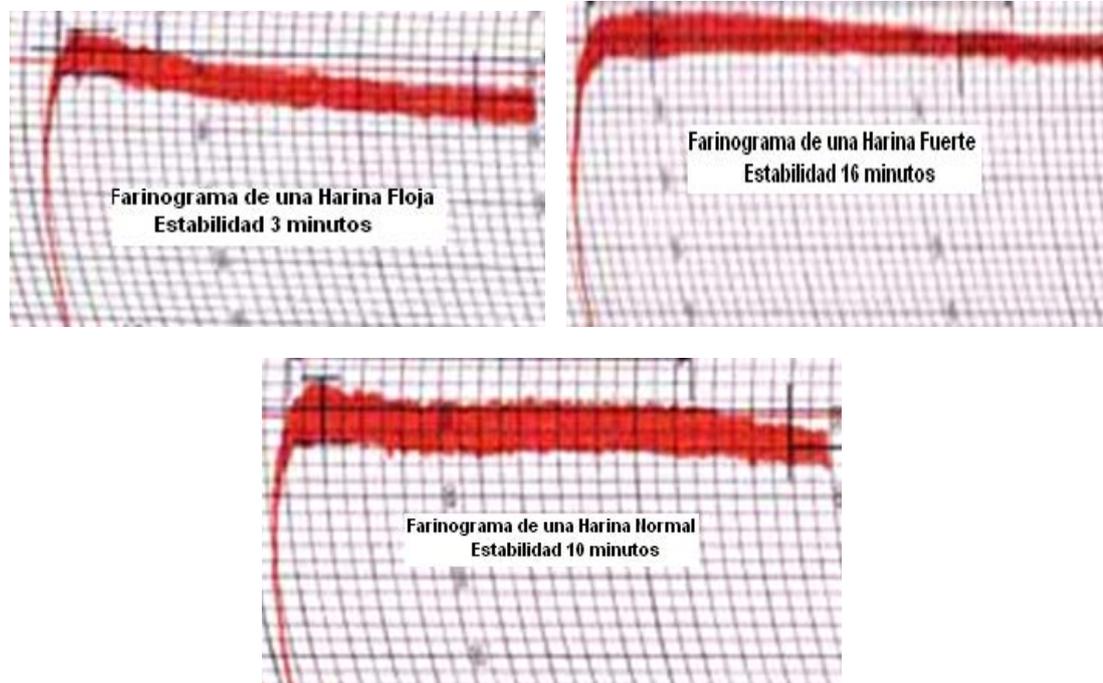
Tiempo de desarrollo	> 4' Harina fuerte < 4' Harina floja
Estabilidad	Harinas más estables suelen ser más fuertes y fermentación más larga.
Índice de tolerancia	Pan común. 125 a 165 U.B.

Fuente: Calaveras J., 1996.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

En el gráfico 11 se muestra los farinogramas de tres harinas diferentes, destinadas para la elaboración de pan.

GRÁFICO 11: Farinogramas de harinas fuertes y débiles



Fuente: Reinhold F., 2008.

2.4.6.1.2. Alveógrafo de Chopin

Es un aparato que mide la extensibilidad y resistencia a la expansión (tenacidad) de la masa. Después de formar la masa en la amasadora del aparato, se moldea y se forma una lámina. Después de 20 min de reposo, se pone esta galleta de masa en una base y se sujeta por un anillo. El aire es forzado a través de un orificio en la base bajo la masa. Esta última forma un alveolo que se expande hasta que finalmente revienta. [Soto R., 2009]

Sus índices son altura máxima de la curva o resistencia al estiramiento P, longitud de la curva o extensibilidad de la masa L, y área debajo de la curva W.

Interpretación de los resultados:

W= es la fuerza de la harina que se mide en hercios, y es el trabajo de deformación de la masa medido en cm^2 . Así bien este parámetro tiene una correlación con todos los demás parámetros, se puede decir que es la superficie de la curva media obtenida.

L= es la extensibilidad de la masa que se obtiene en milímetros midiendo la longitud de la misma, y nos da una idea de la capacidad de retención de gases en la fermentación.

P= es la tenacidad también medida en milímetros. Este parámetro tiene relación con la absorción de agua y así una masa más tenaz que otra, necesitará más agua para obtener la consistencia habitual.

P/L= es el equilibrio de la harina. Que se establece al dividir la tenacidad ya multiplicada por el coeficiente de correlación 1,1 para la extensibilidad. Así bien, un equilibrio normal se muestra en la Tabla 10.

TABLA 10: Condiciones de Equilibrio (P/L)

Pan común	0,2 a 0,4
Pan francés	0,4 a 0,5
Pan de Molde	0,6 a 0,7

Fuente: Calaveras J., 1996.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

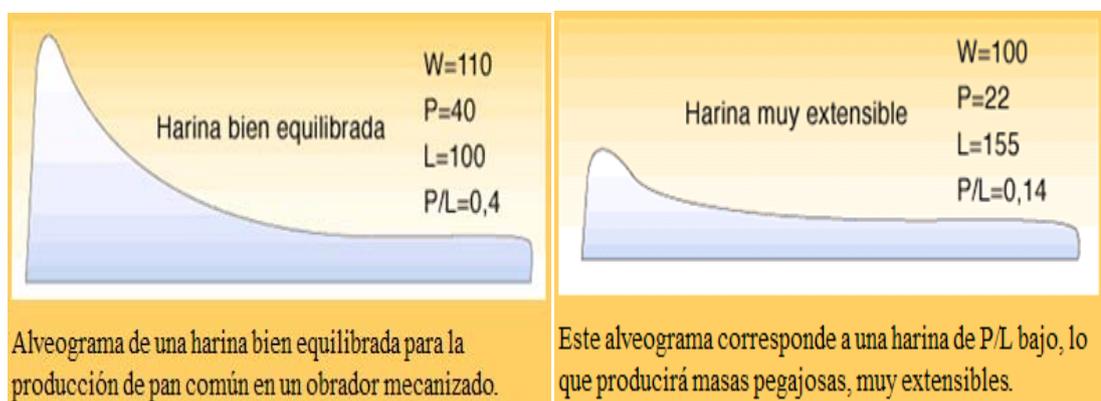
Por otro lado una harina es considerada buena para panificación si tiene una W entre 140 y 160, y una relación P/L entre 0,5 y 0,6. Para productos de horno fermentados se debe utilizar harinas fuertes con una W entre 180 y 200.

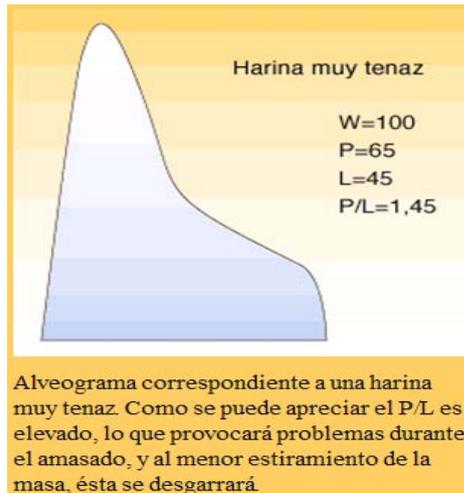
La aptitud de una harina para panificación utilizando los análisis alveográfico se puede evaluar mediante la siguiente clasificación:

- ❖ **Mayor de 250 P/L, mayor de 0,7:** granos de mucha fuerza que deben ser utilizados solo para mezcla.
- ❖ **Entre 170 y 250, P/L mayor a 0.7:** granos desequilibrados por exceso de tenacidad, pueden ser utilizados en proporciones adecuadas a mezclas donde se necesite corregir la excesiva extensibilidad.
- ❖ **Entre 170 y P/L inferior a 0.3:** granos desequilibrados por exceso de extensibilidad, pueden ser utilizados para corregir alta tenacidad.
- ❖ **Mayor a 170 y P/L entre 0.3 y 0.7:** granos equilibrados con buenas aptitudes para panificación, mejoradores en función de los valores W P/L.
- ❖ **Entre 130 -170 y P/L entre 0.3 y 0.7:** granos equilibrados con suficientes aptitudes para la panificación.
- ❖ **Entre 110 y 130 y P/L entre 0.3 y 0.7:** granos con mediocre aptitud para la panificación.
- ❖ **Inferior a 110 y otros granos:** deben destinarse a uso diverso en la panificación, como bizcochos secos, barquillos, etc. [63]

En el gráfico 12 se observa los alveogramas de tres muestras de harinas, comparando los valores tanto de fuerza (W), extensibilidad (L), tenacidad (P) y equilibrio (P/L).

GRÁFICO 12: Alveogramas de diferentes tipos de harinas





Fuente: Francisco Tejero., 1992. [75]

2.4.6.1.3. Mixolab de Chopin

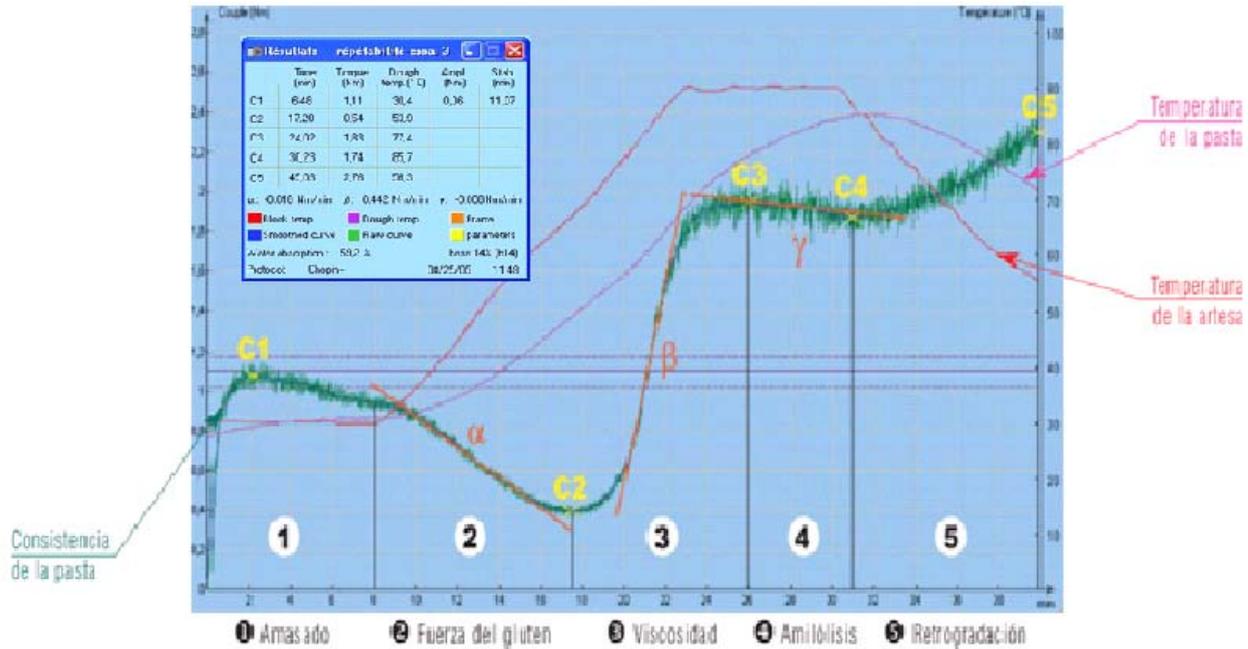
Es un aparato que permite caracterizar el comportamiento reológico de una masa sometida a amasado y calentamiento: **[Chopin Technologies, 2008]**

- Capacidad de hidratación, tiempos de desarrollo,
- El debilitamiento de las proteínas,
- La actividad enzimática,
- La gelatinización y retrogradación del almidón.

La calidad de una harina no se mide únicamente por el porcentaje o la calidad de las proteínas. El almidón representa una parte importante de la harina y su composición química le confiere propiedades particulares; sin olvidar los demás elementos: agua, enzimas, lípidos, fibras, etc., que desempeñan un papel en la calidad de la harina. **[Chopin Technologies, 2006]**

Así pues, el Mixolab Standard proporciona las siguientes características representadas en la gráfico 13:

GRÁFICO 13: Curva tipo del Mixolab Standard



Fuente: Chopin Technologies. 2006.

2.4.5.3.1. Amasado o Desarrollo

Permite determinar el poder de absorción de agua de las harinas y medir las características de las masas durante el amasado (estabilidad, elasticidad).

2.4.5.3.2. Fuerza de las proteínas

Cuando la temperatura de la masa aumenta la consistencia disminuye. La intensidad de este debilitamiento depende de la calidad de las proteínas.

2.4.5.3.3. Gelatinización del almidón

A partir de la temperatura inicial de gelatinización, 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 del tipo de almidón y, eventualmente, de los aditivos añadidos.

2.4.5.3.4. Actividad amilásica

El valor de la consistencia al final de la curva depende mayoritariamente de la actividad amilásica endógena o añadida. Cuanto más grande sea la disminución de la consistencia, más importante será la actividad amilásica.

2.4.5.3.5. Retrogradación del almidón

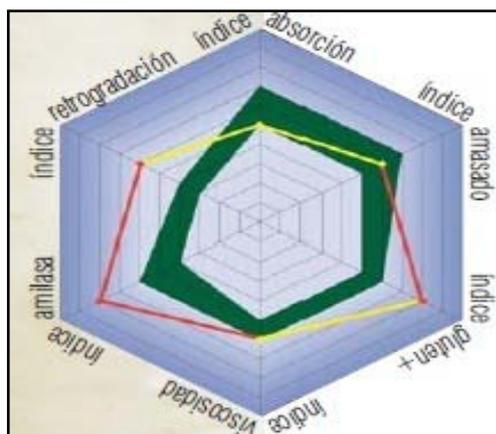
Al enfriarse, se retrograda el almidón y la consistencia del producto aumenta. Algunos productos químicos tienen una acción sobre este fenómeno y limitan la importancia de éste, permitiendo así retrasar la deshidratación y obtener una mayor conservación del producto elaborado. [7]

Una harina se puede juzgar en función de su uso final, el Mixolab Profiler permite caracterizar una harina en función de:

- La absorción de agua influye en su rendimiento en masa.
- El índice de amasado representa la resistencia que presenta la harina al amasado.
- El índice de gluten da idea de la fuerza de las proteínas.
- La viscosidad en caliente 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 elaborado. **[Chopin Technologies, 2008]**

En el gráfico 14 se muestra la curva emitida por el Mixolab profiler, en el que se observan 6 parámetros indicativos de la calidad de una harina.

GRÁFICO 14: Curva tipo del Mixolab Profiler



Fuente: Chopin Technologies 2006.

En la Tabla 11 se presenta los parámetros que debe presentar la harina de trigo industrialmente.

TABLA 11: Parámetros de calidad por parte de la industria de trigos harineros.

Proteína	≥12.5
Fuerza de gluten (grupo 1)	> 300
Fuerza de gluten (grupo 11)	200 - 300
Relación tenacidad-extensibilidad	3.5 - 4.0
Dureza	DURO
Sedimentación	40ML
Estabilidad de la harina	12 MINUTOS
Tolerancia al amasado	30 MINUTOS

Fuente: Soto R., 2009

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

En general se debe tener en claro ciertos conceptos y parámetros sobre la harina como son:

Definición de harina: a las harinas de panificación se la define como un producto triturado, obtenido de la trituración del grano de trigo maduro, sano y seco e industrialmente limpio. **[Calaveras J., 1996]**

Características organolépticas: la harina de trigo debe ser suave al tacto, al cogerla con la mano debe tener cuerpo, pero si la misma forma un conglomerado esto nos indica que la harina esta con un gran contenido de humedad. No debe tener mohos, ni estar rancia, ya que esto indica que son harinas con gran proporción de salvado, que son viejas o que están mal conservadas. Si una harina tiene sabor amargo suele contener harinas de semillas adventicias, mientras que si presenta un sabor dulce puede contener harina de trigo germinado.

Por lo tanto una harina debe ser:

- Con color blanco-amarillento
- No debe tener mohos.
- No debe tener olores anormales
- Que sea suave al tacto
- Que no posea acidez, amargor ni dulzor. **[Zurita L., 1975]**

2.4.7. Condiciones generales de una harina normal

- Estar en perfectas condiciones de olor sabor y color
- Proceder de materias primas que no estén contaminadas
- Estar exentas de de gérmenes patógenos, toxinas y microorganismos perjudiciales(bacterias, mohos)
- No debe sobrepasar los límites de plagas. **[Calaveras J., 1996]**

2.4.8. Reconocimiento de una buena harina destinada para panificación.

A una buena harina se conoce por las siguientes características:

Color; depende de la variedad de trigo, de la separación correcta de partículas en la molturación, del contenido de aditivos y de la cantidad de extracción.

Tolerancia; consiste en permitir un margen de error mayor o menor a la hora de trabajar con ella en el proceso de fabricación del pan, principalmente dando más tiempo de amasado o un periodo razonable de fermentación después de llegar a su tiempo ideal, sin que el resultado final del pan sufra deterioro notable.

Blanqueo; normalmente basado en el efecto de la oxidación de las harinas, bien porque la fabricación de las harinas obligue el colorido blanco de la harina por métodos químicos, o por la utilización, por parte del panadero de un aditivo panificable con gran contenido oxidante.

Maduración; es muy importante debido a que la utilización de harinas recién molturadas acarrea problemas en panificación, por lo que en la actualidad todos los molinos la maduran químicamente o la dejan reposar entre periodos de 10 a 15 días antes de comercializarles.

Absorción; consiste en la propiedad que tiene la harina de absorber la mayor cantidad de agua sin alterar la formulación de la masa y obteniendo una buena calidad de pan. Para esto se debe tener en cuenta ciertas consideraciones como:

- Granulometría; la misma que si es muy fina la harina tendrá mayor capacidad de absorción de agua.
- La humedad relativa del ambiente.
- La cantidad y calidad de proteínas insolubles (gliadina y glutenina), que mientras mayor sea, capacidad de absorción de agua será también mayor.

Fuerza; se la define como la deformación de la masa por impulsión de aire, parámetros que se miden mediante la utilización de un alveógrafo, el cual garantiza a la harina para elaborar pan de excelente calidad.

Extracción; es la cantidad de harina obtenida por un grano de trigo limpio, sabiendo que a mayor cantidad de extracción, obtenemos harinas con más cantidad de fibra y de materia mineral. [Calaveras J., 1996]

2.4.9. Composición Química de la Harina:

En la Tabla 12 se presenta la composición química que presenta la harina de trigo en dos porcentajes de extracción diferentes.

TABLA 12: Composición química de la harina a diferentes extracciones

COMPONENTES	Harina con el 100% de extracción (%)	Harina con el 75% de extracción (%)
Proteína	12-13	8-11
Grasas	2.2	1-2
Almidón	67	71
Cenizas	1.5	0.55-0.65
Vitaminas	0.12	0.03
Humedad	13-15	13-15
Fibra	11	3
Azúcar	2-3	1.5-2.5

Fuente: Calaveras J., 1996.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

2.4.10. Pan de adecuada calidad (sensorial y panificable)

Prueba de panificación. La prueba final para evaluar la calidad en las variedades de trigo es la prueba de panificación. Los datos obtenidos de la prueba de panificación son las Características de la masa.

- Absorción del agua.
- Características de la miga (textura y color)
- Volumen de pan.

La textura del pan es el resultado de la gelatinización del almidón y desnaturalización de las proteínas durante el horneado de la masa fermentada. **[Eliasson A., y P. Hegg, 1980]**

El potencial panadero está relacionado en gran manera con la calidad y cantidad de proteína en el trigo; pero muchos agentes mejoradores incrementan el volumen en el pan y desarrollan el grano de la miga, si se formulan adecuadamente. **[Birch R., y P. Finney., 1980]**

Por otra parte se menciona que el almidón dañado es el gran responsable de las diferencias en absorción de agua, propiedades de manipulación de la masa, producción de azúcares y aflojamiento durante la fermentación. El almidón dañado tiene un efecto sobre el volumen del pan y la delicadeza de la miga. **[Sandstedt y Schroeder, 1968]**

Además, recomiendan que, para la prueba panadera se reporte especialmente características generales de la harina, absorción de agua, estabilidad de la masa, elasticidad de la masa y particularmente hacia el final de la fermentación el poder de desgasificación, desarrollo de la masa y características de la corteza. **[Fisher y Halton, 1956]**

Se presenta una descripción útil acerca del significado de los factores de calidad del pan entre ellos están:

Volumen del pan.- manifiesta que cuando se permite que la masa fermente hasta el punto que se puede producir un pan con el mayor tamaño posible, el volumen del pan, si se ha usado cantidades uniformes de harina, levadura, sal, azúcar, puede ser considerado como una expresión de fuerza relativa de la harina. En la panificación comercial o casera no es deseable permitir que la fermentación de la masa alcance su punto de expansión máxima, pero las harinas que rindan grandes masas en este ensayo permitirán obtener un pan de volumen grande asociado con una textura buena.

Peso del pan.- luego de haber sido enfriados a temperatura normal los panes son pesados y estos pesos son expresados en gramos. Si la panificación ha sido efectuada bajo condiciones uniformes, el peso del pan nos ayudará a calcular el número de unidades que pueden ser producidas desde una cantidad determinada de harina.

Color de la Miga.- la comprobación del color y textura es generalmente efectuada al día siguiente de haberse completado la panificación, debido a que hasta ese tiempo los panes se habrán enfriado lo suficiente como para ser cortados sin perjudicar su textura.

Luego se comprueba el color de la miga que puede ser crema, ligeramente cremoso, crema grisácea o gris, de acuerdo al color que se obtiene de la muestra de pan típica. Una miga con color muy cremoso o gris apagado, es conceptuada de color más bajo que aquella que posee colores más claros debido a la intensidad variable de la luz solar.

En la determinación del color y la textura 100 representa el máximo o tipo perfecto, 96 a 100 excelente, 91 a 95 bueno, de 86 a 90 regular de 81 a 85 pobre y menos de 80 muy pobre. **[Richardson A, 1962]**

A continuación en el gráfico 15 se describe el proceso de obtención de pan, cumpliendo con los requisitos para la obtención de un pan de calidad.

- **Recepción:** Se recibió las materias primas y se verificó las condiciones de humedad y temperatura para colocarlas en dos grupos, aquellas que requieran refrigeración y aquellas que se las conserve a temperatura ambiente.

- **Pesado:** Se pesó todos los ingredientes sólidos utilizando una balanza y los líquidos usando recipiente con escala de medidas respectivamente.

- **Amasado:** Se colocó todos los ingredientes en la amasadora para que se mezclen formando un solo cuerpo llamado masa. En esta etapa empiezan actuar las enzimas y el emulsificante haciendo la masa más manejable
- **1era Fermentación:** Una vez que se formó la masa se somete a fermentación por 25 minutos en una cámara a 30°C.
- **Desgasificación:** Se retiró la masa de la cámara de fermentación y se amasó por uno a dos minutos para retirar el CO₂ formado durante la fermentación.
- **División:** Luego de desgasificar la masa se realizó divisiones de 60 gramos de masa. Esta etapa se desarrolla en forma manual o mecánica.
- **Boleado y formado:** Cuando las piezas han sido divididas se pasó al boleado, y luego se deja reposar para dar forma a la pieza de pan.
- **2da Fermentación:** Posteriormente se colocó nuevamente en la cámara de fermentación, esto permitió que las piezas pan se expanda el volumen y que durante la fermentación se forme aromas. El tiempo fue de 1 hora a una temperatura de 28-30 °C.
- **Cocción:** este proceso se lo realizó en un horno giratorio, la cocción a una temperatura de entre 180 y 200 °C, en una atmósfera rica en vapor de agua. El tiempo de cocción fue aproximadamente de 20 a 25 minutos.
- **Enfriado:** cumplido el tiempo de cocción se retira el pan del horno y se lo deja enfriar por una hora



Grafico 15: Diagrama de proceso de elaboración de pan

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011

2.4.10.1. Evaluación del pan: textura.

Para la evaluación del pan, de acuerdo a los cambios de textura durante el almacenamiento, se emplea el siguiente equipo:

2.4.10.1.1 Texturómetro BROKFIELD CT3

El principio de funcionamiento del analizador de la textura CT3 es someter una muestra a las fuerzas controladas en la compresión utilizando una sonda, o en tensión con los apretones. La resistencia del material a estas fuerzas se mide por una célula de carga calibrada y se muestra tanto en gramos o Newton. Estas fuerzas están en función de las propiedades de la muestra y los parámetros del método de ensayo. **[Brookfield CT3 Texture Analyzer]**

Hay cinco rangos de celdas de carga disponible para el analizador de la textura CT3 ofrece Brookfield, lo cual se muestra en la Tabla 13:

TABLA 13: Rangos de celdas de carga para el texturómetro.

Modelo	Rango de carga de la célula
CT3-100	100g
CT3-1000	1kg
CT3-1500	1.5kg
CT3-4500	4.5kg
CT3-10k	10kg

Fuente: Brookfield CT3 Texture Analyzer

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Parámetros que se calculan en el texturómetro:

Dureza

- Definición Sensorial: Máxima fuerza requerida para comprimir un alimento entre las muelas.

- Definición Matemática: Valor máximo de carga del ciclo de compresión.
- Requerimientos del test: Tipo de Test APT o Compresión.

Deformación según Dureza

- Definición Matemática: Distancia en el punto de Dureza
- Requerimientos del test: Tipo de Test APT o Compresión.

%Deformación según dureza

- Definición Matemática: Deformación según Dureza / Longitud de muestra * 100%
- Requerimientos del test: Tests de APT o Compresión; Todas las longitudes de muestra deben ser definidas.

Trabajo Dureza terminado

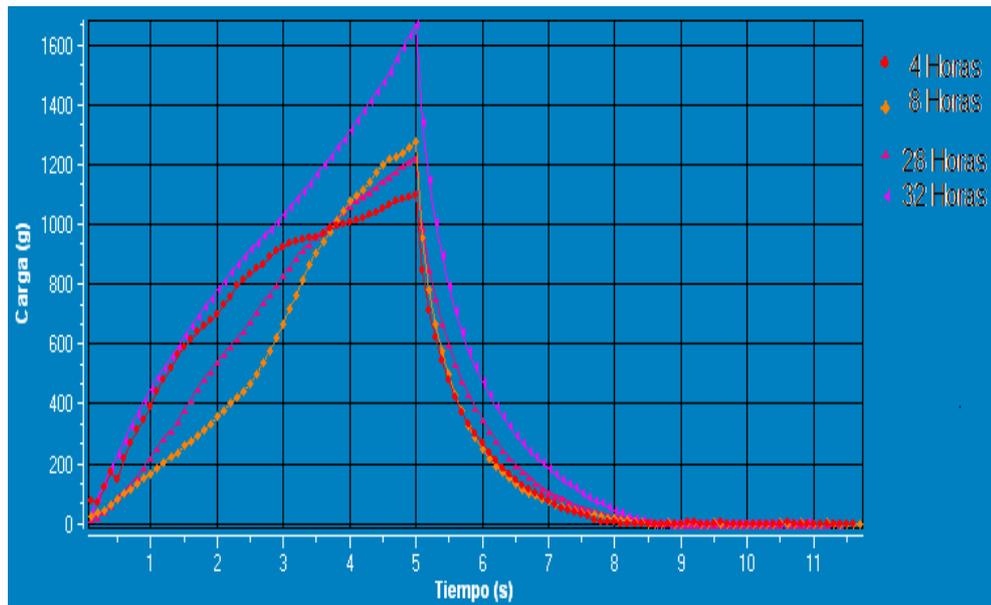
- Definición Sensorial: Trabajo necesario para vencer la fuerza interna de mantiene un alimento unido.
- Definición Matemática: Área por debajo de la curva Carga vs Distancia desde el comienzo del ciclo hasta el valor objetivo (carga o distancia).

Nota: El Trabajo de Dureza Terminado se calcula habitualmente en tests no destructivos. Si una fractura ocurre antes de que se alcance una distancia objetivo, el Trabajo de Dureza Terminado se calcula a la distancia objetivo, aunque el punto de Dureza ocurra a la fractura.

- Requerimientos del test: Tipo de Test APT o Compresión.

En el gráfico 16 se muestra el resultado de la carga o fuerza versus el tiempo en una muestra de pan.

GRÁFICO 16: Fuerza Vs Tiempo de Pan de Plátano y Centeno



Fuente: Ordóñez G., Oviedo R., 2010.

Trabajo Total realizado

- Definición Matemática: Es el resultado final entre el Trabajo Dureza terminado + Trabajo recuperable Terminado .
- Requerimientos del test: Test de APT o de compresión en el cual la velocidad de vuelta es igual a la de ida.

Vida útil

Los ensayos texturales son excelentes para determinar la vida útil, ya que estas propiedades van cambiando en el tiempo de vida del producto.

Los parámetros del análisis del perfil de textura que pueden obtenerse son: dureza, fracturabilidad, elasticidad, cohesividad, adhesividad, gomosidad y masticabilidad.

2.5. HIPÓTESIS

2.5.1. Hipótesis Nula:

El empleo de diferentes concentraciones (ppm) de enzimas y emulsificantes panarios en las mezclas de harinas no produce efectos diferentes, en la calidad de pan.

$$H_0: T_1 = T_2 = \dots = T_n$$

2.5.2. Hipótesis Alternativa:

El empleo de diferentes concentraciones (ppm) de enzimas y emulsificantes panarios en las mezclas de harinas produce efectos diferentes, en la calidad de pan.

$$H_1: T_1 \neq T_2 \neq \dots \neq T_n$$

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

Variable Dependiente:

Pan de adecuada calidad sensorial y panificable.

Variable Independiente:

Uso de enzimas y emulsificante panario.

Unidad de Observación:

Farinograma, alveograma, mixolab system y texturómetro.

Términos de enlace Lógico:

Mejoramiento de la calidad.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

El estudio se lo ejecutaría en conformidad a la corriente crítico-propositivo, es decir, que se basa en una comprensión de la investigación, en identificar los cambios y una interacción renovadora.

Por ello la presente investigación se basa en un enfoque cuantitativo ya que se obtendrá resultados medibles gracias a la aplicación de tratamientos estadísticos para evaluar el mejor resultado y aplicarlo respectivamente al producto a elaborar.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio empleará las modalidades bibliográfica y experimental ya que son las más indicadas de acuerdo a lo que cada una de ellas implica, dentro de la investigación.

3.2.1. Modalidad bibliográfica: En la que se empleará: libros, tesis, trabajos de investigación, planes, revistas, sitios en internet, proyectos similares y documentos en general, y se caracteriza porque la

construye y la recoge el propio investigador además que permite conocer el enfoque de diferentes autores

3.2.2. Modalidad experimental: Permite manipular la variable independiente para registrar los cambios en la variable dependiente de la investigación. Es decir se obtendrá información que permita predecir el efecto de las enzimas en la elaboración de pan con sustitución parcial de trigo nacional. Por ello se utilizó los laboratorios de la facultad en los mismos que se analizó las causas como efectos de las variables del problema de investigación.

En cuanto a las técnicas como los instrumentos, constituyen los procedimientos concretos que se persiguen para conseguir la información, son específicos y de carácter operativo y práctico.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACION

El nivel de investigación aplicado fue:

3.3.1. Exploratorio: se estudiará el efecto de las enzimas y mejoradores panarios en las mezclas de harinas, mediante determinaciones físico – químicas, que se traduce en el uso de la industria panificadora.

3.3.2. Descriptivo: Se caracterizará la muestra de pan obtenida del mejor tratamiento mediante el uso de diferentes técnicas de análisis, tanto químicas como físicas y microbiológicas, permitiendo obtener datos confiables.

Respecto a la información secundaria se realizó mediante consultas de libros, tesis de grado, revistas e Internet.

Los instrumentos que se utilizaron son normas establecidas por organismos pertinentes y cuaderno de notas.

3.4. POBLACION Y MUESTRA

Población:

- Cereales

Muestra:

- Harina de trigo importado. Canada Western Red Spring (CWRS)
- Harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*) variedad Cojitambo

3.4.1. Diseño Experimental:

Tomando en cuenta el problema de investigación; el diseño experimental a aplicarse va a ser AxBxC

Modelo Matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + R_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

μ = 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; $j=1, \dots, b$

C_k = efecto del k-ésimo nivel del factor C; $k=1, \dots, c$

$(AB)_{ij}$ = 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_l = efecto de la replicación del experimento; $l=1, \dots, r$

A continuación se detalla los factores y los niveles que se tomaron en cuenta para el diseño experimental:

Factores

A: Hemicelulasa
B: Glucosa Oxidasa
C: Estearoil Lactilato de Sodio

Niveles

a₀= 40 ppm **a₁** = 60ppm
b₀= 80 ppm **b₁** = 100ppm
c₀= 50 ppm **c₁** = 100ppm

Aditivos Constantes: 30 ppm ADAMIX 80 ppm Ácido Ascórbico

Del diseño AxBxC se obtendrá 8 tratamientos en los que se llevará a cabo mediciones con 1 réplica para cada nivel dando en total 16 determinaciones.

Combinaciones

a₀ b₀ c₀ = 40 ppm hemicelulasa + 80ppm glucosaoxidasa + 50ppm estearoil lactilato de sodio + 30ppm ADAMIX + 80ppm Ac. Ascórbico.

a₀ b₀ c₁ = 40 ppm hemicelulasa + 80ppm glucosaoxidasa + 100ppm estearoil lactilato de sodio + 30ppm ADAMIX + 80ppm Ac. Ascórbico.

a₀ b₁ c₀ = 40 ppm hemicelulasa + 100ppm glucosaoxidasa + 50ppm estearoil lactilato de sodio + 30ppm ADAMIX + 80ppm Ac. Ascórbico.

a₀ b₁ c₁ = 40 ppm hemicelulasa + 100ppm glucosaoxidasa + 100ppm estearoil lactilato de sodio + 30ppm ADAMIX + 80ppm Ac. Ascórbico.

a₁ b₀ c₀ = 60 ppm hemicelulasa + 80ppm glucosaoxidasa + 50ppm estearoil lactilato de sodio + 30ppm ADAMIX + 80ppm Ac. Ascórbico.

a₁ b₀ c₁ = 60 ppm hemicelulasa + 80ppm glucosaoxidasa + 100ppm estearoil lactilato de sodio + 30ppm ADAMIX + 80ppm Ac. Ascórbico.

a₁ b₁ c₀ = 60 ppm hemicelulasa + 100ppm glucosaoxidasa + 50ppm estearoil lactilato de sodio + 30ppm ADAMIX + 80ppm Ac. Ascórbico.

a₁ b₁ c₁ = 60 ppm hemicelulasa + 100ppm glucosaoxidasa + 100ppm estearoil lactilato de sodio + 30ppm ADAMIX + 80ppm Ac. Ascórbico.

3.5. Operacionalización de Variables

3.5.1. Variable Independiente: "Uso de enzimas y emulsificante panarios.				
Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems básicos	Técnica e instrumentos
Efecto de las diferentes enzimas y mejorantes panarios a emplearse, para proporcionar resultados adecuados en la mezcla de harinas y por ende en el producto.	Tipos de Enzimas y Mejorantes	Absorción agua Tiempo de desarrollo Estabilidad Índice de tolerancia	¿Cuáles serán los resultados adecuados de absorción agua tiempo de desarrollo estabilidad e índice de tolerancia para obtener una harina panadera?	Farinógrafo
		Fuerza Equilibrio	¿Se obtendrán resultados de fuerza y equilibrio acorde a una harina panadera, de acuerdo al análisis?	Alveógrafo
		Absorción Amasado Gluten Viscosidad Amilasas Retrogradación	¿El análisis permitirá determinar el comportamiento reológico de la masa para la elaboración de pan?	Mixolab system

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011

3.5.2.Variable Dependiente: “Pan de adecuada calidad sensorial y panificable”

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems básicos	Técnica e instrumentos
Pan de calidad, mediante la sustitución parcial de trigo nacional	Pan de calidad panificable	Peso	¿Presentará un buen peso el pan con sustitución parcial de trigo nacional?	Balanza
		Volumen	¿Presentará un volumen adecuado el pan?	NTN – INEN 530
		Diámetro	¿Cuál será el diámetro de este tipo de pan?	Calibrador Vernier
		Altura	¿La altura que presente el pan será apreciable?	Calibrador Vernier
	Pan de calidad sensorial	Apreciación sensorial	¿Qué tipo de apreciación sensorial debe presentar el pan?	NTN – INEN 530 Hoja de catación
		Aceptación del producto	¿Presentará una buena aceptación el producto?	

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011

3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de información se hará de acuerdo a los resultados que se obtengan experimentalmente de los gráficos del farinograma, alveograma, mixolab system de acuerdo a las mezclas de harina de trigo importado con trigo nacional más mejoradores, los cuales son emitidos por los equipos: farinógrafo, alveógrafo y mixolab system. Además se obtendrán resultados de la textura del pan para determinar los cambios de textura del mismo, mediante el texturómetro Brookfield CT3 de acuerdo a las tablas y gráficas que muestra el equipo.

Los análisis de farinografía, mixolab y texturómetro se los efectúo en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, mientras que los resultados del análisis alveográfico se los obtuvo en los laboratorios de la empresa GRANOTEC.

Durante la elaboración del pan, a partir del mejor tratamiento, se empleará la técnica expresada en la NTE INEN 530:1981. Ensayos de Panificación. De no ser posible la ejecución de este proceso de acuerdo al efecto de la mezcla de harinas mas mejoradores, en cuanto a la masa que se desarrolle, se procederá a elaborar pan de forma tradicional.

En lo que respecta a la aceptación del producto (pan), se realizará una hoja de catación (ANEXO1) resaltando los atributos sensoriales como: color de la corteza, sabor, apariencia, textura y aceptabilidad; de la muestra trigo importado (100% trigo importado) y la muestra del mejor tratamiento (40% trigo importado+60% trigo nacional mas mejoradores)

3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de la información que se obtenga se utiliza el paquete informático Microsoft Word y Excel y para el diseño experimental y

pruebas de comparación múltiple Duncan ya que esta prueba considera varias diferencias críticas para efectos de comparación entre los tratamientos, se utilizará el paquete estadístico STATGRAPHICS.

Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizará un diseño estadístico AxBxC con una réplica, a través de las pruebas de análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia del 0.05. Para establecer el mejor tratamiento, se interpretarán las conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos en las respuestas experimentales, mediante la prueba de comparación múltiple Duncan, se aplica esta prueba de comparación ya que proporciona resultados confiables, además se lo aplica con un nivel de confianza del 95%.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.1. Combinaciones de acuerdo al diseño experimental

En la Tabla A-1 se muestra la composición de mejoradores de cada tratamiento, se aplicó un diseño factorial AxBxC con dos niveles para cada factor, por lo que se obtuvo los siguientes resultados:

A continuación se detalla los factores y los niveles que se tomaron en cuenta para el diseño experimental:

Factores	Niveles	
A: Hemicelulasa	a₀ = 40 ppm	a₁ = 60 ppm
B: Glucosa Oxidasa	b₀ = 80 ppm	b₁ = 100ppm
C: Estearil Lactilato de Sodio	c₀ = 50 ppm	c₁ = 100ppm

Aditivos Constantes: 30 ppm ADAMIX 80 ppm Ácido Ascórbico

4.1.2. Caracterización farinográfica de los tratamientos (mezclas).

Los resultados que presenta la Tabla A-2 fueron obtenidos de los farinogramas que se realizaron para cada tratamiento. Los parámetros que muestran los farinogramas son: absorción de agua, índice de tolerancia, estabilidad y tiempo de desarrollo, se observa en el tratamiento 4 (a₀b₁c₁: 40ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico) correspondiente a mezcla de harina con 40% trigo importado mas 60% trigo nacional, presenta buenos resultados de estabilidad de acuerdo a los resultados por ello se considera como una harina panadera debido a que presenta una buena estabilidad. Las harinas más estables suelen ser más fuertes y por ende aptas para panificación. **[Calaveras J., 1996]**

Hay que tener en cuenta que la estabilidad nos da una medida de la tolerancia de la harina al amasado. **[Cauvain S. Young L., 1998]** Por lo tanto al tener una buena estabilidad la masa podrá soportar esfuerzos mecánicos sin variaciones en la estructura de la masa. **[Calaveras J., 1996]** Para panificación una harina se la considera como de calidad buena cuando presenta una estabilidad > a 7 minutos.

4.1.2.1. Absorción de Agua

La absorción de agua representa la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia de 500 Unidades Brabender (U.B.) en el amasado. **[Pantanelli A., 1996]**

Los valores de absorción de agua están entre 68,35% hasta 69,2%. En el gráfico B-1 se observa los porcentajes de absorción de agua en cada tratamiento y se puede resaltar que, el tratamiento que presenta mayor porcentaje de absorción (69,2%) es el tratamiento 8 (a₁b₁c₁), mientras que los tratamientos restantes presentan porcentajes similares entre 68.4-68.8

%, es decir en los tratamientos se logro obtener un buen porcentaje de absorción de agua lo cual se verá reflejado en el pan (volumen).

Se puede considerar que el incremento de absorción de agua puede deberse a la hidrólisis de la hemicelulasa formando pentosanos por acción de las enzimas hemicelulasas añadidas en las harinas. Los pentosanos absorben siete veces su peso en agua y forman soluciones muy viscosas. Aunque están presentes en la masa en muy pequeñas cantidades, pueden en realidad ser responsables de absorber hasta una tercera parte del agua en la masa. **[Cauvain S. Young L., 1998]**

La absorción de agua de una harina depende de cuatro parámetros: el contenido de humedad, el contenido de proteína, el grado de daño del almidón (principal factor) y el contenido de pentosanos; por lo que la mezcla con 40% harina de trigo importado y 60%harina de trigo nacional indica mayor utilización de una harina nacional, la cual contiene un nivel alto de almidón dañado. **[Lascano A., 2010]** Lo que afectaría la absorción de agua en los tratamientos de harinas.

4.1.2.2. Tiempo de desarrollo

Este parámetro permite ver el tiempo para la formación óptima de la masa, lo cual es medido en minutos. **[Calaveras J., 1996]**

De acuerdo al grafico B-2 se puede observar el tiempo que tardan los tratamientos en alcanzar el punto de máxima viscosidad durante el amasado. **[Cauvain S. Young L., 1998]**. Para una harina normal el tiempo de desarrollo debe ser de 2 o 3 minutos. En los resultados obtenidos para cada tratamiento, los valores oscilan entre 2,25 a 3 minutos, indica que todas las harinas están dentro del rango establecido. **[Calaveras J., 1996]**

El análisis estadístico correspondiente a Tiempo de desarrollo en los tratamientos se muestra en la Tabla A-3, donde el análisis de ANOVA

determinó que no hay diferencia significativa a un nivel de significancia de 0,05 entre los tratamientos de acuerdo a cada factor como de las interacciones. Es decir las enzimas (gluco-oxidasa, hemicelulasa) y el emulsificante (estearil lactilato de sodio) no producen efectos diferentes en el parámetro tiempo de desarrollo en los 8 tratamientos.

Por tal razón no resulta factible realizar una prueba de comparación múltiple. Pero cabe señalar que los tratamientos 7, 1, 8 y 5 presentan índices del tiempo de desarrollo muy bajos por lo que se podría considerar como harinas débiles. **[Calaveras J., 1996]** Por lo contrario, tiempos de desarrollo muy largos no son adecuados, debido a que la reducción del tiempo de desarrollo de la masa, permitiría conseguir una mayor mecanización disminuyendo los tiempos de proceso de panificación. **[Tejero F., 2005]**

4.1.2.3. Estabilidad

La estabilidad es el intervalo de tiempo durante el cual la masa mantiene la máxima consistencia y se mide por el tiempo que la curva se encuentra por encima de 500 unidades Brabender (UB). **[Calaveras J., 1996]**

En el gráfico B-3 se observa la estabilidad que presenta cada tratamiento, valores que oscilan entre 7,4 – 9,1 minutos, indicando que la muestra de trigo importado presenta una estabilidad de 7,5 min, es decir las mezclas $a_0b_0c_0$, $a_0b_0c_1$, $a_0b_1c_1$, $a_1b_0c_1$, $a_1b_1c_0$ y $a_1b_1c_1$ superan este valor, esto se atribuye a la adición de enzimas y mejorantes panarios.

En cuanto al tratamiento $a_0b_1c_1$ es el que presenta una mayor estabilidad (9.1 min), de acuerdo a este resultado se lo considera como una harina buena para panificación. **[Pantaneli A., 1996]**

Enzimas como las hemicelulasas permiten la desintegración de la hemicelulasas para brindar mayor estabilidad a la masa durante la fermentación, la glucosa oxidasa cataliza la oxidación de la glucosa a ácido glucónico y peróxido de hidrógeno, favoreciendo la oxidación de las proteínas, aumentando la tenacidad del gluten y reduciendo su extensibilidad. **[Tejero F. 1992]**

Aditivos como el emulsificante esteaoril lactilato de sodio se une con la amilosa para ablandar la miga, inhiben el proceso de la recristalización de la amilopectina. El azodicarbonamida (ADAMIX) es un oxidante que actúa sobre los grupos sulfidrilos del gluten formando puentes disulfuro y el ácido ascórbico oxida los grupos $-S-H$ hidrosolubles, ambos mejoran la estructura de la masa, ya que impide la reacción entre los grupos $-S-H$ de las moléculas de glutenina expuestas durante el periodo de desarrollo. **[Cauvain S. Young L., 1998]** En conjunto, las enzimas y aditivos en las concentraciones adecuadas dan como resultado una masa más estable.

Se puede observar de acuerdo a la Tabla A-4 que existe diferencia significativa para el parámetro estabilidad (resultados de los farinogramas), en los mismos que se observa la diferencia significativa en la interacción ABC, lo cual nos indica que existe un factor externo (tercer factor) que impide la reacción de uno de los factores en el parámetro estabilidad, teniendo en consideración que el valor es más cercano a 0.05% de significancia, el análisis en base a los promedios de los resultados experimentales no se lo efectúa, rechazando la posibilidad de que, los tres factores en estudio se interactúen conjuntamente.

Teniendo en cuenta los resultados, fue necesaria la aplicación de una prueba de diferenciación múltiple de Duncan para determinar la jerarquía en base a los 8 tratamientos, seleccionando el mejor resultado en lo referente a estabilidad; lo cual de acuerdo a la Tabla A-5 es notable que resulte el tratamiento 4.

4.1.2.4. Índice de Tolerancia

El índice de tolerancia representa la consistencia de la masa durante el amasado. **[Pantanelli A., 1996]**

El gráfico B-5 muestra que la harina de trigo importado presenta un índice de tolerancia de 70 U.B., la mezcla de harinas sin mejoradores 75 U.B de índice de tolerancia, mientras que en el gráfico B-4 se observa que las mezclas de harina presentan valores de 16,5 – 39,5 U.B.

La aptitud de una harina para panificación utilizando los análisis farinográficos se puede evaluar de la siguiente manera: calidad óptima: caída de la masa entre 0 y 30 unidades farinográficas, calidad buena: caída de la masa entre 30 y 50 unidades. **[Pantanelli A., 1996]** Por lo que las muestras $a_0b_0c_0$, $a_0b_1c_1$, $a_1b_1c_0$ y $a_1b_1c_1$ tienen una calidad óptima para fines panarios ya que se encuentran dentro de los parámetros que establece Pantanelli A. 1996 y los tratamientos $a_0b_0c_1$, $a_0b_1c_0$, $a_1b_0c_0$ y $a_1b_0c_1$ presentan una calidad buena para la elaboración de pan, lo que se comprueba que son harinas aptas para panificación. **[Pantanelli A., 1996]**

De acuerdo a la Tabla A-6, se muestra el análisis estadístico de ANOVA para el parámetro índice de tolerancia en el que es notable que no existe diferencia significativa a un nivel de confianza del 95%, tanto en los factores como en las interacciones, es decir tanto la gluco-oxidasa, hemicelulasa y estearil lactilato de sodio de acuerdo a cada tratamiento no producen efectos diferentes en el índice de tolerancia, por tanto la consistencia de la masa de cada tratamiento durante el amasado es similar; por ello no se ejecuta una prueba de comparación múltiple ya que los resultados resultarían homogéneos.

4.1.3. Selección del mejor tratamiento

Por otro lado, la selección del mejor tratamiento se realizó tomando en consideración la muestra con características similares a la harina de trigo

importado o mejoren la muestra que no tiene aditivos panarios, para ello, mediante un análisis estadístico (diseño experimental AxBxC) aplicando ANOVA y prueba de comparación Duncan, se encontró diferencia significativa en el T4 (ver Tabla A-2).

Se determinó que el mejor tratamiento corresponde a la muestra T4 ($a_0b_1c_1$: 40 ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa-oxidasa, 100 ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida y 80 ppm ácido ascórbico) puesto que alcanza una estabilidad de 9,1 minutos, determinando también que la mezcla de harina corresponde a una calidad buena según el rango de > a 7 minutos. **[Pantanelli A., 1996]** Además presenta un tiempo de desarrollo de 4,53 minutos, un índice de tolerancia de 27,5 UB y 68,4 % de absorción de agua, valores adecuados en panificación.

4.1.3. Comparación farinográfica entre las harinas de: trigo importado, mejor tratamiento y mezcla sin mejoradores.

La Tabla A-7 muestra los valores de los parámetros farinográficos de tres muestras, para observar diferencias de acuerdo a los valores de cada una de ellas.

Se muestra una comparación de acuerdo al gráfico B-5, entre el mejor tratamiento ($a_0b_1c_1$), la harina de trigo importado y la muestra que tiene 40% harina trigo importado más 60% harina trigo nacional sin mejoradores; de acuerdo a los resultados obtenidos farinográficamente.

La absorción de agua entre las tres muestras es similar con valores entre 65 a 68,4%, el tiempo de desarrollo va desde 3 a 4,5 minutos, valores que corresponden a una harina normal puesto que oscila entre 2 - 3 minutos. **[Calaveras J., 1996]**

El efecto de las enzimas en la harina resulta de gran importancia, ya que el mejor tratamiento posee una buena estabilidad (9.1 min) en referencia

a la muestra de mezcla de harinas sin mejoradores (4.5 min) además de la muestra de trigo importado (7.5 min), esto se promueve por la adición de glucosa oxidasa, la cual mejora la estabilidad de la masa. La enzima glucosa oxidasa mejora la estabilidad de la masa. **[Wikstro y Eliasson, 1998]**

Por otro lado, la hemicelulasa es una pentosanasa que acelera y aumenta la capacidad de coagulación del gluten; las cuales en combinación refuerzan el gluten y la retención de gases durante la fermentación, lo cual se aplica en harinas flojas destinadas para panificación. **[Tejero F., 2005]**

La adición de ácido ascórbico, azodicarbonamida y estearoil lactilato de sodio mejoran las propiedades de la masa confiriéndole mayor elasticidad y mayor retención de agua y gases. **[Cauvain S. Young L., 1998]** Por ello presenta un buen índice de tolerancia la muestra del mejor tratamiento, es decir la masa presenta buena consistencia durante el amasado, **[Pantanelli A., 1996]** Ya que se encuentra en un rango de 0-30 UB, las muestras que presentan valores superiores de UB se clasifica como harinas buenas. Sin embargo el ancho de banda que presentan los tratamientos, permite indicar que las mezclas de harinas no son harinas elásticas lo que provocará como resultado una harina tenaz, no se obtuvo mezclas viscoelásticas pese al buen índice de tolerancia.

4.1.5. Caracterización en el Mixolab System en Mezclas de Harinas

En la Tabla A-8 se presentan los resultados obtenidos del equipo Mixolab de los ocho tratamientos de la mezcla de harinas (40% trigo importado con 60% trigo nacional) con los mejorantes de acuerdo a cada tratamiento, rigiéndose al diseño estadístico (AxBxC).

Los resultados fueron obtenidos del equipo Mixolab, que se realizaron para cada tratamiento. Se observa que no existe diferencia significativa en los parámetros: amasado, amilasas y retrogradación; mientras que en los parámetros viscosidad y gluten existe diferencia significativa; por ello de

acuerdo a las diferencias en cada parámetro se señalan como mejores tratamientos al $a_0b_0c_0$, $a_0b_1c_1$ y $a_1b_0c_0$, teniendo en cuenta que para las pruebas restantes se requiere un mejor tratamiento, se selecciona al tratamiento 4 ($a_0b_1c_1$) ya que de acuerdo a los resultados obtenidos del farinógrafo refuerzan esta elección por los resultados obtenidos conjuntamente en la Tabla A-8.

4.1.5.1. Absorción de Agua

El poder de hidratación de las harinas se refiere a la capacidad de absorber agua hasta formar una masa viscoelástica. **[Calaveras J., 1996]** Característica observada en todas las mezclas de cada tratamiento con 60% de sustitución de trigo nacional con índices de 9 (ver Tabla A-8), mientras que la muestra pura y harina de trigo importado presentan valores de 8 (ver Tabla A-17), es decir los tratamientos que contienen el kit enzimático presentan mayor potencial de hidratación de agua.

El efecto de enzimas y mejorantes panarios es comprobado con valores mayores en los tratamientos de harinas con enzimas, este efecto podría atribuirse a la enzima hemicelulasa la cual modifica a los pentosanos del trigo obteniéndose un efecto beneficioso en el producto, pueden en realidad ser responsables de absorber hasta una tercera parte del agua en la masa. **[Calaveras J., 1996]**

4.1.5.2. Amasado

El índice de amasado representa la resistencia que presenta la harina al amasado. **[Mixolab Applications Handbook, 2006]**

Se observa en el gráfico B-10 que la muestra de la harina de trigo importado CWRS presenta menos tiempo de amasado (2 min) para formar una masa viscoelástica, mientras que la mezcla de harinas sin mejorantes y los tratamientos (ver gráfico B-6) necesitan mayor tiempo de amasado, ya

que estos presentan valores que oscilan entre 3,4 – 4,4, debido a que estas mezclas contienen el 40% harina de trigo importado y 60% harina de trigo nacional, por lo que forman una masa algo tenaz, por tal motivo requiere más tiempo de amasado para formar una masa suave

Al igual que en el caso de la mayoría de los resultados de los farinogramas, el Mixolab proporcionó resultados que de acuerdo a un análisis estadístico ANOVA en la Tabla A-9, no generan diferencia significativa en el parámetro amasado o desarrollo del gluten, es decir las enzimas y emulsificante dan a los 8 tratamientos efectos iguales durante el proceso de desarrollo del gluten.

4.1.5.3. Fuerza del Gluten

Se refiere al tiempo de estabilidad y de desarrollo de las masas, energía de desarrollo de una masa. La fuerza depende de la calidad y de la cantidad de las proteínas, dado que la dureza es relativamente independiente de las proteínas. **[Calaveras J., 1996]**

Según el gráfico B-7 se puede observar que el tratamiento 6 ($a_1b_0c_1$) no posee gran fuerza de gluten, ya que tiene un contenido mayor de hemicelulasas (60 ppm) por ello provoca la destrucción de los grupos xilanos produciendo mayor pentosanos por lo que se da el debilitamiento de la red de gluten, mientras que los tratamientos restantes presentan mayor fuerza de gluten de acuerdo a los resultados. **[Cauvain S. Young L., 1998]**

La adición de los mejorantes ácido ascórbico y azodicarbonamida (que actúan como oxidantes) refuerzan la cadena de gluten. [4] Además, mejoran las propiedades de la masa confiriéndole mayor elasticidad y mayor retención de agua. Actúan rápidamente en harinas con bajo contenido de gluten, acondiciona y refuerza la estructura de la masa. **[Rollin E., 1962]**

Es importante considerar que ácido ascórbico y azodicarbonamida son empleados como aditivos constantes en todos los tratamientos, por lo que en las muestras, $a_0b_0c_0$, $a_0b_1c_0$, $a_0b_1c_1$, $a_1b_0c_0$, $a_1b_1c_0$ y $a_1b_1c_1$, se observa semejanza en la fuerza de gluten variando los tratamientos 2 y 6 debido que presentan menor concentración de glucosa oxidasa. **[Cauvain S. Young L., 1998]**

De acuerdo a la tabla de ANOVA que se encuentra en la Tabla A-10, se puede observar que existe diferencia significativa en el factor B, C y en la interacción BC; es decir la gluco-oxidasas y el esteaoril lactilato de sodio generan variación en la fuerza o desarrollo del gluten para la formación de la masa viscoelástica, además la interacción de estos factores ocasiona el mismo resultado, por ello se procede a determinar la prueba de comparación múltiple Duncan.

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple para el factor B (gluco-oxidasas), indica que el nivel 1 (60ppm) es el que ocasiona mayor fuerza en la red de gluten. (Tabla A-11)

Al igual que en caso anterior la Tabla A-12 señala que el factor C (esteoril lactilato de sodio) en el nivel 0 (50ppm) es el que ocasiona el efecto variante de los factores e interacciones restantes para otorgar fuerza al gluten durante el proceso de formación de la masa.

En la Tabla A-13 se muestra el análisis estadístico realizado mediante la prueba de comparadores de Duncan, para la interacción BC.

Resultados que muestran que el tratamiento $a_0b_1c_1$ es aquel que genera diferencia de los demás tratamientos en la Tabla A-13.1, es decir el efecto variante en la masa. Puesto que es un indicador de la calidad de la proteína, teniendo en cuenta que los principales componentes que determinan la calidad panadera del trigo son las proteínas formadoras de gluten, estas proteínas son las gluteninas y gliadinas. **[Rollin E., 1962]**

4.1.5.4. Viscosidad y Amilasas

A partir de 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. Resulta de gran influencia la actividad de la α amilasa ya que estas disminuyen rápidamente la viscosidad de la masa del almidón gelatinizado e hidroliza el almidón. **[Calaveras J., 1996]**

El valor de la consistencia al final de la curva depende mayoritariamente de la actividad amilásica endógena o añadida. Cuanto más grande sea la disminución de la consistencia, más importante será la actividad amilásica. **[Mixolab Applications Handbook, 2006]**

De acuerdo al gráfico B-8 se observa que los índices de viscosidad varían desde 3 a 4, mientras que el índice de amilasas va desde 2 a 3, la viscosidad y la resistencia de la amilasa tienen una relación directamente proporcional, es decir más fuerte el índice de viscosidad y de amilasas menos fuerte es la actividad amilásica. Es decir, por lo que más fuerte el índice más fuerte la viscosidad (actividad amilásica menos fuerte).

Una de las enzimas que proporcionan el efecto de la viscosidad es la glucosa oxidasa, la cual en presencia de oxígeno, cataliza la oxidación de α -D-glucosa a α -D-gluconolactona y H_2O_2 . El H_2O_2 oxida los grupos tiol de las proteínas del gluten para formar puentes disulfuro. Haarasilta y Pullinen, (1992), informaron que el H_2O_2 , conduce a la formación de un gel soluble en pentosano, aumentando la consistencia de la masa.

De acuerdo a la tabla de ANOVA (Tabla A-14) para viscosidad se puede observar que existe diferencia significativa en la interacción AB considerando un nivel de confianza del 95 %.

En este caso existe diferencia significativa en la interacción AB del parámetro viscosidad de la masa, es decir la unión conjunta de gluco-oxidasa y hemicelulasa proporcionan una viscosidad diferencial de los factores y de las interacciones restantes. Por ello se aplicó una prueba de comparadores Duncan para determinar cuál de los 8 tratamientos presenta menor porcentaje de viscosidad.

Considerando los promedios de los resultados, se determinó que el tratamiento 1 ($a_0b_0c_0$) de acuerdo a la Tabla A-14.1, es aquel tratamiento que presenta menos viscosidad en la masa, tomando en cuenta que, más alto el índice menos fuerte la actividad amilásica (caída de consistencia menos fuerte), por tanto, por ello es importante controlar la cantidad de amilasas con el fin de conservar las características del pan, ya que una excesiva actividad amilásica dará como resultado una masa más blanda, pegajosa lo cual será difícil de trabajar. **[Sagarpa, 2007]**

Por otra parte al análisis estadístico de ANOVA para el contenido de amilasas de acuerdo a la Tabla A-15 muestra que no existe diferencia significativa a un nivel de confianza del 95%. Es decir el contenido de amilasas en los ocho tratamientos se presenta en un mismo porcentaje. Cabe indicar que la actividad amilásica dentro de la masa resulta importante para las características de la miga, tanto en el color como en la textura (suave y esponjosa). **[Calaveras J., 1996]**

4.1.5.5. Retrogradación

El índice de retrogradación da una información importante sobre el potencial de conservación del producto elaborado. **[Mixolab Applications Handbook, 2006]** El almidón es el constituyente mayoritario en la miga del pan, los cambios físicos que acompañan a la retrogradación del almidón han sido propuestos como la principal causa de endurecimiento del pan. **[Calaveras, J., 1996]**

En el gráfico B-9 se observa que los tratamientos 4 ($a_0b_1c_1$) y 6 ($a_1b_0c_1$) reportaron valores de 2,5; la muestra de trigo importado presenta un valor de 5 lo que se concluye que a mayor índice menos tiempo de vida útil tiene el producto (retrogradación más rápida), y los tratamientos mencionados tienen una retrogradación más lenta. Sin embargo, la retrogradación en los tratamientos aditivados con enzimas y mejorantes no es significativa, ya que los valores son similares entre 2 a 3.

Tratamientos que presentan una retrogradación más lenta pueden ser afectados por la adición del emulsionante estearil lactilato de sodio, ya que según [Cauvain S., 1996] ésta sustancia proporciona una extensión de la vida útil del producto en términos de blandura, es capaz de unirse con la amilosa de forma similar a como lo hacen los monoglicéridos destilados, lo que debe contribuir a su efecto como ablandador de la miga.

En cuanto al índice de retrogradación la muestra del mejor tratamiento T4 (40 ppm hemicelulasas, 100 ppm estearil lactilato de sodio, 100 ppm glucosa oxidasa, 30 ppm azodicarbonamida y 80 ppm de ácido ascórbico), presenta menor retrogradación y por ende va a presentar un mayor tiempo de vida útil en lo que respecta al producto a elaborar, como se observa en el gráfico B-9.

En la tabla de ANOVA de acuerdo a la Tabla A-16, se observa que no existe diferencia significativa en ningún factor e interacción para el parámetro retrogradación de la masa, este parámetro es indicativo de la conservación del producto, es decir los valores menores indican mayor conservación del pan.

4.1.6. Análisis entre las mezclas de harinas: trigo importado, mejor tratamiento y mezcla sin mejoradores

Se muestran los valores de los índices del Mixolab de tres muestras para diferenciarlas de acuerdo a los parámetros del equipo en la Tabla A-17.

En el gráfico B-10 se presenta una comparación entre el mejor tratamiento ($a_0b_1c_1$) seleccionado de acuerdo a los resultados farinográficos, harina de trigo importado y la muestra de mezclas de harinas sin mejoradores. Se puede observar que el mejor tratamiento posee mayor porcentaje de absorción de agua debido a la adición de hemicelulasas por la producción de pentosanos, además del almidón dañado que posee la mezcla. [Calaveras J., 1996] Asimismo, este tratamiento (mejor tratamiento $a_0b_1c_1$) presenta un tiempo de amasado intermedio entre las dos muestras (trigo importado, muestra mezcla de harinas sin mejoradores), por lo que entre mayor sea el tiempo de amasado la fuerza de gluten será mayor o viceversa, por ello los resultados similares.

En lo referente a la viscosidad y amilasas entre más fuerte es el índice de amilasa más fuerte es la viscosidad (actividad amilásica menos fuerte) proporcionando a la muestra denominada como mejor tratamiento, una consistencia adecuada de la masa, efecto dado por las enzimas glucosa oxidasa y mejorantes ácido ascórbico, azodicarbonamida, ya que en conjunto dan como resultado una masa adecuada para fines panarios.

Para un enfoque general sobre los parámetros de caracterización del comportamiento reológico medido en el Mixolab en las tres muestras de harinas se presenta en el gráfico B-11.

En el gráfico B-11 se muestra una comparación entre tres muestras en la cual, la muestra del mejor tratamiento presenta buenas características en el comportamiento reológico medido en el Mixolab, tal es el valor del gluten, el cual se puede observar que es mayor en comparación con las muestras restantes, y este dará como resultado un pan de buen volumen.

4.1.7. Caracterización Alveográfica en Mezclas de Harinas

Los resultados que muestra la Tabla A-18 fueron obtenidos de los alveogramas realizado para la muestra de harina de trigo importado y mejor

tratamiento (40 ppm de hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100 ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida y 80 ppm ácido ascórbico), tomando en cuenta los parámetros con mayor relevancia del análisis alveográficos como: tenacidad, extensibilidad, equilibrio y fuerza de la masa.

4.1.7.1. Fuerza panadera (W)

La fuerza panadera expresada en $J \cdot 10^{-4}$ indica el trabajo de deformación de la masa y representa de cierta manera a la cantidad y calidad del gluten presente. **[Calaveras J., 1996]**

Para el mejor tratamiento, la acción de la glucosa oxidasa influye en el mejoramiento del gluten, en las proporciones adecuadas. Cuando intervienen glucosa y oxígeno produce un compuesto oxidante: el peróxido de oxígeno, esto produce una fuerte oxidación de la masa que repercute en el gluten aumentando la fuerza del mismo. **[Tejero F., 2005]**

Por otro lado la harina de trigo nacional es escasa en el contenido del gluten por ello la azodicarbonamida actúa como un oxidante en las harinas con bajo contenido de gluten, acondiciona y refuerza la estructura de la masa. **[Cauvain S., 1996]**

4.1.7.2. Equilibrio (P/L)

Es la relación que existe entre la resistencia que ofrece la masa al ser estirada y la capacidad para dejarse convertir en lámina o dejarse estirar. **[Tejero F., 1992]**

Además resulta importante tener un equilibrio ideal de las harinas puesto que estará en función del tipo de pan y sobre todo de la longitud de la barra. De esta forma en las masas duras la harina es más tenaz que

extensible, por el contrario en las masas blandas la harina es más extensible que tenaz. **[Moros C., 2009]**

Por tanto en el gráfico B-12 se presenta una comparación entre las muestras de harina de trigo importado y la muestra de harina del mejor tratamiento haciendo hincapié en los parámetros fuerza panadera y equilibrio, para mostrar diferencias.

Una harina es considerada buena para panificación si tiene una W entre 140 y 160, y una relación P/L entre 0,5 y 0,6. Para productos fermentados se debe utilizar harinas fuertes con una W entre 180 y 200. La muestra de trigo importado tiene una W de 311, mientras que la muestra del mejor tratamiento tiene una W 192 es decir está dentro de los parámetros, por lo que puede considerarse a la harina del mejor tratamiento como una harina apta para panificación. **[Pantanelli A., 1996]**

Se indica de acuerdo a la Tabla A-18 que la harina de trigo importado presenta un valor de equilibrio de 1,71 P/L; en cambio el mejor tratamiento posee un valor de 5,61 P/L, valores de P/L superiores a 1 dan como resultado una harina tenaz, por lo que resultará una masa difícil de trabajar y a encogerse después de formado de las piezas de pan. **[Calaveras J., 1996]** Pero en sí, el porcentaje de tenacidad que muestra la masa no se ve reflejado en la elaboración del pan.

4.1.8. Análisis de las muestras de pan

Cabe señalar que para la elaboración del pan se lo realizó de la forma tradicional, como se indica en el diagrama de flujo. El pan elaborado con la mezcla de harina que contiene 40% de trigo importado, 60% trigo nacional y aditivos o mejoradores, empleándose los ingredientes que se muestran en la Tabla A-19

4.1.8.1. Caracterización del Pan

La caracterización del pan correspondiente a valores de peso, volumen, diámetro y altura de la muestra de trigo importado 100%, mejor tratamiento y mezcla de harinas sin mejoradores se muestra en la Tabla A-20.

Se muestran de acuerdo a la Tabla A-20, los valores de los promedios de 10 panes tanto de peso, volumen, diámetro y altura de tres muestras de pan: 100% trigo importado, 60% trigo nacional+40% trigo importado y el mejor tratamiento que contiene 60% trigo nacional + 40% trigo importado + mejoradores. De acuerdo al análisis estadístico (ANOVA) se pudo determinar que no existe diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% entre las tres muestras en cada parámetro. Es decir en cuanto al aspecto exterior del pan, resultaron ser similares.

La Tabla A-20 señala que no existe diferencias significativas de acuerdo al análisis estadístico entre las tres muestras. Teniendo en cuenta que, lo que se busca es obtener panes que igualen o superen las características del pan común (100% trigo nacional), se realizó una comparación entre los panes elaborados con trigo 100% importado "Miraflores Comercial" y las muestras de pan del mejor tratamiento harina de trigo 40% importado+60%nacional mejorada.

Los valores de volumen oscilan entre 205 – 213 cm³ respectivamente, es decir el pan elaborado con el mejor tratamiento (mejorado) presenta mayor volumen, lo que se podría atribuir al empleo de las hemicelulasas permiten lograr panes de mayor volumen específico, ya que relajan la masa y aumentan la retención de agua permitiendo lograr el efecto mencionado en el pan. **[Sarmentero O., 2005]** Además el empleo de glucosa oxidasa como ácido ascórbico permite en la masa incrementar la retención de gas y por ende en el pan aumentar el volumen. Al igual que el

empleo de azodicarbonamida como el emulsificante esteaoril lactilato de sodio permitirán incrementar el volumen en el pan. **[Tejero F., 2005]**

En cuanto a los valores de diámetro estos fluctúan entre 8 – 8.3 cm, mientras que la altura va desde 4.7 – 4.8 cm y en el peso los resultados están entre 36.38 – 36.9 g. De acuerdo al gráfico B-77 se puede observar, diferencia entre el pan de trigo importado con las muestras restantes, puesto que la escala de la gráfica es muy amplia, pero de acuerdo a valores, su diferencia no resulta tan distante entre las muestras, por tanto el mejor tratamiento presenta resultados aceptables de acuerdo a los valores señalados de volumen, diámetro y altura. Mediante el análisis estadístico se puede señalar que no hay diferencia significativa de acuerdo a la prueba de ANOVA. El empleo de mejorantes panarios permite obtener panes con mejores características tanto en volumen, diámetro y altura. **[Sarmentero O., 1992]**

4.1.9. Análisis Sensorial

Se muestra en la Tabla A-25 los promedios de los resultados obtenidos de la valoración de cada atributo: apariencia, color, sabor, textura y aceptabilidad de las muestras de pan, codificadas de la siguiente manera: “720” pan elaborado con trigo importado “Miraflores Comercial” y “345” pan del mejor tratamiento (40% trigo importado + 60% trigo nacional con mejoradores).

Además el análisis estadístico efectuado, nos señala que los superíndices muestran diferencias significativas mediante el Análisis de Varianza entre los tratamientos a un nivel de significancia del 5% mediante la prueba de comparación Duncan como se observa en la Tabla A-25.

Para la determinación de los atributos del pan se seleccionó a 50 catadores no entrenados, las cataciones se realizó por duplicado.

4.1.9.1. Apariencia del pan

Es el aspecto exterior del pan, lo cual se lo ve en la simetría del mismo. (Norma INEN 530-1980).

Las hemicelulasas añadidas en una dosis óptima, convierten los pentosanos insolubles (con carácter desfavorable para la calidad panadera) en pentosanas solubles, beneficiosas para la calidad. Esta solubilización se traduce en una mejora de las características de la masa (extensibilidad, elasticidad) y del pan (volumen, aspecto, estructura de la miga). Si la dosis es excesiva, los pentosanos excesivamente hidrolizados dan masas pegajosas y flojas. **[Rollin E., 1962]** Por otra parte se empleo la dosis adecuada (40-60 ppm) de hemicelulasas, por ello no se vio el efecto mencionado anteriormente en la masa de la muestra del mejor tratamiento.

Asimismo, el oxidante ADA (azodicarbonamida) aumenta la consistencia de la masa y disminuye la pegajosidad de la masa, obteniendo un pan con una buena apariencia. **[Revista GRANOTEC 2003]** Es decir provocaron que el pan elaborado presente una apariencia de bueno a regular, debido a que la adición de las enzimas hemicelulasas y azodicarbonamida, dio efectos positivos en la masa lo cual repercutió en el pan mejorando su apariencia.

En la Tabla A-26, el análisis de varianza para el atributo "Apariencia del pan" estableció que existe diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% entre la muestra de pan: trigo importado 100% y mejor tratamiento (40% trigo nacional+60% trigo nacional+ mejoradores); la diferencia se da por las fallas durante el proceso de boleado, lo cual afecto en la simetría del pan y por ende la variación en los resultados. Por ello se procede a realizar una prueba de comparación múltiple de Duncan.

Los valores promedios del atributo apariencia del pan, fluctúan entre 4,23 – 3,78 puntos, para trigo importado y la muestra del mejor tratamiento respectivamente, sobre una escala de 5 puntos, que califican al pan de

regular (mejor tratamiento) a bueno (100% trigo importado), es decir los catadores encontraron diferencia en cuanto a la simetría del producto.

En la Tabla A-27 se aplica un procedimiento de comparación múltiple de Duncan para determinar que el tratamiento dos (pan elaborado con el mejor tratamiento) difiere del tratamiento uno (pan elaborado 100% trigo importado).

4.1.9.2. Color de la corteza

El color de la corteza se ve dado por la operación de cocción, que se somete la masa y con ello da origen a cambios, estos están asociados a un complejo fenómeno habitualmente conocido como pardeamiento o reacción de Maillard. **[Cauvain S. Young L., 1998]**

Se conoce como enzimas que relajan la masa y aumentan la retención de agua a las hemicelulasa, permitiendo lograr panes de mayor volumen. Asimismo, modifican el color de la corteza del pan. Por ello la aplicación de 40 ppm/kg de hemicelulasas en el mejor tratamiento, provocaría que además de darle al pan un buen volumen (fotografías E-3), le permitió que el pan alcance un color característico en la corteza. **[Sarmentero O., 2009]**

La sinergia enzimática entre la glucosa-oxidasa (GO) + hemicelulasa, provocan que el gluten se refuerce, y forme un pan de color característico; recomendado en harinas flojas con procesos rápidos de panificación. **[Tejero F., 2005]**

En la Tabla A-28, el análisis estadístico de varianza (ANOVA) correspondiente a "Color de la corteza" determinó que existe diferencia significativa a un nivel de significancia de 0,05 entre las dos muestras de pan, por tanto para establecer los tratamientos que difieren se realizó la Prueba de Comparación Múltiple de Duncan.

Por otro lado, en la Tabla A-29 se muestra la prueba de comparación múltiple de Duncan correspondiente al color de la corteza del pan se determinó que si existe diferencia significativa a un nivel de significancia de 0,05 entre las dos muestras de pan (100% trigo importado y mejor tratamiento), con valores que fluctúan entre 3.12 (trigo 100% importado) – 2.75 (mejor tratamiento) puntos sobre 5, calificando al pan con color de corteza de pálido (mejor tratamiento) a dorado (trigo 100% importado).

4.1.9.3. Sabor del pan

El desarrollo del sabor y aroma en los productos fermentados procede de la contribución de los ingredientes y los métodos de panificación que se utilicen. **[Cauvain S. Young L., 1998]**

El sabor del pan repercute en la adición de agentes oxidantes como el ácido ascórbico ya que estos son los promotores del mismo, por ello se los debe agregar en los parámetros adecuados (dosificación límite de 20 g/100 kg de harina) y en lo respecta al mejor tratamiento los valores de los oxidantes se encuentran dentro de los límites porque caso contrario, provocaría un sabor pobre en el pan. **[Tejero F., 2005]** Por ello el mejor tratamiento no presentó diferencia significativa con el pan elaborado 100% trigo importado “Miraflores” comercial.

En la Tabla A-30 se muestra el análisis estadístico correspondiente a “Sabor del Pan”, en donde el análisis de ANOVA determinó que no existe diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% entre las dos muestras de pan

Los promedios de los resultados son de 4,12 (muestra de trigo 100% importado) y 3,82 (muestra mejor tratamiento) puntos sobre una valoración de 5 puntos, calificándolos como agrada, es decir los catadores no encontraron diferencia en cuanto al sabor entre las dos muestras.

4.1.9.4. Textura

La textura del pan es considerada como el resultado de la gelatinización del almidón y desnaturalización de las proteínas durante el horneado de la masa fermentada. **[Eliasson A. y P., 1980]**

Las hemicelulasas provocan una masa más blanda, no pegajosa, que dará un pan con mejor volumen y textura. Por ello el pan del mejor tratamiento como del trigo importado "Miraflores" comercial presentan una textura neutra (ni dura ni suave) lo cual le permiten al pan obtener atributos admisibles para el consumidor final. **[Cauvain S., 1998]**

Además el emulsionante estearil lactilato de sodio fortalece la masa y mejora la miga dando un pan con mejor textura. **[Revista GRANOTEC, 2003]** Es decir el aplicar 100 ppm por kilogramo del emulsionante se obtiene un pan (mejor tratamiento) de textura aceptable ya que no es duro ni suave.

La Tabla A-31 descompone la variabilidad del atributo textura en contribuciones tomando en cuenta cada factor (tratamientos y catadores). Los resultados del P-value de la tabla de ANOVA señala la significancia estadística de cada uno de los factores, no existe diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% indicando que las muestras de pan del tratamiento 1 correspondiente a trigo importado, y la muestra 2 correspondiente al mejor tratamiento son similares en el atributo textura; calificando al pan con una textura ni suave ni dura con valores promedios entre 3,28 (trigo 100% importado) y 3,23 (mejor tratamiento) puntos sobre 5 puntos.

4.1.9.5. Aceptabilidad

Se mencionan que la aceptabilidad del producto es el conjunto de atributos como: color, olor, sabor, pero sobre todo es la valoración que el

consumidor realiza de acuerdo a su propia escala interna de apreciación al producto. **[Anzaldúa-Morales, 1996]**

Las enzimas agregadas dan un efecto mejorador en el producto final, en lo referente a la muestra de la mezcla de harinas con mejoradores; lo cual se lo comprueba en la evaluación sensorial del pan del mejor tratamiento, en comparación con el pan de trigo importado “Miraflores” comercial, éstos no presentan diferencia estadísticamente. Consiguiendo mejorar el pan en la mezcla de harinas de trigo importado por el nacional con mejoradores.

La Tabla A-32 muestra el análisis estadístico (ANOVA) para el atributo aceptabilidad en el cual se observa que los resultados no son menores que 0.05 es decir ninguno de los factores (tratamientos y catadores) tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el atributo aceptabilidad, los valores promedios oscilan entre 4,35 (trigo 100% importado) y 4,08 (mejor tratamiento) puntos sobre 5 puntos, indicando una aceptabilidad del pan que “agrada”.

A continuación en el Gráfico B-14 se representan los atributos sensoriales de cada muestra, para corroborar la similitud entre el pan elaborado con 100% trigo importado con el pan elaborado del mejor tratamiento que contiene 40% trigo importado con 60% trigo nacional mas mejoradores (40ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico), es decir se pudo elaborar un pan (trigo nacional 60% mas mejoradores) similar al pan común (trigo importado), justamente se pretendía conseguir esto para incentivar el uso de mejoradores al igual que la agricultura del trigo nacional.

4.1.10. Análisis en el Texturómetro

De acuerdo al Manual No. M/08-371A0708 (manual de funcionamiento) el analizador de la textura CT3 tiene como principio de funcionamiento, en someter a una muestra a las fuerzas controladas en la

compresión utilizando una sonda, o en tensión con los apretones. La resistencia del material a estas fuerzas se mide por una célula de carga calibrada y se muestra tanto en gramos o Newton. Estas fuerzas están en función de las propiedades de la muestra y los parámetros del método de ensayo. **[Brookfield CT3 Texture Analyzer]**

Los parámetros del análisis del perfil de textura que pueden obtenerse son: dureza, fracturabilidad, elasticidad, cohesividad, adhesividad, gomosidad y masticabilidad

La textura del pan es considerada como el resultado de la gelatinización del almidón y desnaturalización de las proteínas durante el horneado de la masas fermentada. **[Eliasson A. y P. Hegg, 1980]**

Se empleó el texturómetro (texture analyzer CT3) para determinar los cambios de textura en el pan del mejor tratamiento almacenado en bolsas plásticas (condiciones adecuadas). Para realizar los análisis de textura se aplicó los siguientes datos:

- Tipo de Test: Compresión
- Tipo de Objetivo: Distancia
- Valor Meta: 10 mm
- Carga de Activación: 5g

Y los parámetros a medir son las siguientes: D: Dureza, TDT: Trabajo Dureza Terminado y DR: Deformación Recuperable.

Se desarrolló este tipo de pruebas para comprobar la retrogradación del almidón y por ende la estabilidad del producto, para ello se analizará las pruebas de textura en las dos muestras de pan.

El gráfico B-15 muestra la fuerza controlada en la compresión utilizando una sonda, sobre la muestra de pan del mejor tratamiento en un

tiempo total de tres días (análisis cada día). Mientras que la gráfica B-16 presenta el mismo resultado pero en la muestra de pan de trigo importado (Miraflores comercial).

De acuerdo a los resultados la muestra de pan del mejor tratamiento, muestra que tarda más tiempo en perder esponjosidad en la miga como en la corteza del pan esto en comparación con la muestra de pan de trigo importado. Estos resultados en el pan elaborado del mejor tratamiento se dan, por el empleo del estearil lactilato de sodio, emulsificante que se encuentra dentro del kit enzimático que contiene esta muestra, este emulsificante permite alargar la vida útil del pan, conservándolo con las características propias de un panificado. **[Cauvain S., 1996]**

La Tabla A-33 detalla los análisis de dureza (D g), trabajo dureza terminado (TDT mJ) y deformación recuperable (DR mm) para las muestras de pan de trigo importado y el mejor tratamiento; en un seguimiento de análisis para comprobar el cambio de textura en las muestras durante tres días; las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas.

Para determinar la diferencia significativa en los resultados de dureza, trabajo dureza terminada y deformación recuperable en las dos muestras, se realizó estadísticamente, el cual aporta con resultados que permiten indicar que no existe diferencia significativa entre las dos muestras a un nivel de significancia del 0.05, de acuerdo a la Tabla A-33. Por otro lado, en la Tabla A-34 se muestra que no existe diferencia significativa tanto en los tratamientos como en las réplicas de acuerdo a los resultados de *dureza*, es decir la fuerza aplicada para determinar el grado de dureza para las dos muestras de pan (traigo importado y mejor tratamiento) es similar, el mismo resultado se dio para *trabajo dureza terminado* de acuerdo a la Tabla A-35, puesto que el trabajo requerido para vencer la fuerza interna de la muestra de pan tiene valores entre los mismos rangos y por último la *deformación recuperable*, que se observa en la Tabla A-36 muestra que la altura

recuperada después de aplicada la fuerza es la misma para las dos muestras de pan, puesto que no existe diferencia significativa.

En cuanto al gráfico B-17 se puede observar que, la muestra de pan de trigo importado requiere una fuerza máxima (g) para comprimir la muestra, conforme pasan los días de almacenamiento, es decir tanto la corteza como la miga van presentando niveles de dureza considerables, por ello el requerimiento de mayor fuerza, en referencia a la muestra de pan del mejor tratamiento. Se determinó que se produce una reacción química, tomando en cuenta que se trabaja con enzimas o mejoradores, aún en la muestra de trigo importado ya que es comercial y de una u otra manera presenta mejoradores o enzimas.

El gráfico B-18 indica el trabajo necesario (mJ) para vencer la fuerza interna que mantiene el pan (alimento unido) elevando el trabajo requerido, conforme pasan los días de almacenamiento, lo cual de acuerdo a la gráfica la muestra de pan de trigo importado requiere más fuerza que la muestra de pan del mejor tratamiento.

Posteriormente la gráfica B-19 señala la altura recuperada por la muestra de pan (trigo importado y mejor tratamiento) tras soportar una fuerza de compresión, en tanto a la muestra de trigo importado presenta una altura mayor en mm de recuperación después de la presión ejercida; en tanto a la muestra de pan del mejor tratamiento difiere en resultados.

El pan sufre un proceso de envejecimiento y se endurece debido principalmente a cambios que ocurren en el almidón. La textura del pan recién horneado es blanda puesto que el almidón tiene elasticidad. Con el tiempo, el almidón pierde su elasticidad y el pan se pone más duro. El pan elaborado con harina del mejor tratamiento posee enzimas y emulsificante (estearil lactilato de sodio) que ayuda a la retención del gas y a suavizar la miga haciendo que el pan se mantenga fresco mayor tiempo que el pan de trigo importado. **[Cauvain S., 1996]**

4.1.11. Análisis Microbiológico

El control microbiológico resulta de gran importancia, efectuarlos sobre los productos alimenticios fabricados. Es uno de los controles más importantes ya que de esta manera se puede tener conocimiento de las buenas prácticas de manipulación. **[Calaveras J., 1996]**

En la Tabla A-37 se muestra el total de unidades formadoras de colonia por cada gramo de muestra (ufc/g) obtenido en pan elaborado con 40% de harina de trigo importado "Miraflores Comercial" y 60% harina de trigo nacional y aditivada con 40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm ácido ascórbico, realizando tres recuentos de la muestra, para determinar el contenido microbiano en la muestra de pan del mejor tratamiento.

Para el respectivo recuento microbiológico se utilizó 10 g. de la muestra del pan del mejor tratamiento, disueltos en 90 ml de agua peptonada, se sembraron en cajas petri sobre un medio de agar PCA (mesófilos aeróbios), PDA (mohos y levaduras) y COLI (coliformes totales), se incubaron a una temperatura de 30 °C por 48 horas y posteriormente se contaron todas las colonias visibles mediante un contador Quebec

De acuerdo al método: recuento total mesófilos aeróbios se puede indicar que los mesófilos señalan un aspecto general de la calidad bacteriológica de los alimentos procesados, en este caso del pan, una cifra excesivamente alta puede resultar, una contaminación elevada a lo largo de la línea de fabricación. **[Calaveras J., 1996]**

En cuanto a los resultados del contenido de mesófilos aerobios, se encuentran dentro de los límites permitidos ya que contiene UFC/g menores de acuerdo a lo que expresa Calaveras J., (1996) y a la igual que en la Norma INEN 616:2006, debido a que presenta como límite máximo de 1×10^5

UFC/g. En cuanto a hongos y levaduras los valores calculados de UFC/g se encuentra dentro de los límites permitidos, 5×10^2 UFC/g. y por último los coliformes totales, microorganismos más considerados dentro de un análisis microbiológico por tal razón deben estar ausentes dentro de cualquier tipo de alimento procesado. **[Calaveras J., 1996]**

Cabe señalar que el pan se lo somete a cocción a una temperatura de 180-200°C (en el interior del pan no alcanza esta temperatura) en un lapso de tiempo de 25 minutos, es decir el tiempo y temperatura necesaria para que se destruya todo tipo de microorganismo, por tanto el análisis microbiológico debería presentar valores de UFC/g de cero (ausentes) tanto para recuento de mesófilos totales, hongos-levaduras y coliformes totales, pero de acuerdo a los resultados que muestra la Tabla A-37, los valores presentados en los recuentos se dieron por una contaminación de origen exógeno, es decir se sumaron posteriormente al proceso, a partir del ambiente durante el transporte.

4.1.12. Análisis Químico y Nutricional

4.1.12.1. Análisis proximal

En la Tabla A-38 se observa el contenido de humedad, ceniza, fibra, proteína, grasa y carbohidratos totales de las dos muestras de pan: trigo importado (100%) y mejor tratamiento (40% trigo importado + 60% trigo nacional con mejoradores).

Se muestra el análisis proximal de las muestras del pan con trigo importado y el mejor tratamiento, expresados en base seca. En ella se observa que el contenido de cenizas es mayor en la muestra de pan del mejor tratamiento con 2,35% a diferencia del pan de trigo importado que contiene 2,09% de cenizas dentro del producto, uno de los factores para este resultados es el tipo de tamiz utilizado en la obtención de harina de trigo importado que no ha logrado separar el salvado.

El contenido de fibra en el pan del mejor tratamiento es mayor con un resultado de 1,87% en referencia al pan de trigo importado que presenta 1,41% como resultado, esto se debe a la harina de trigo nacional se empleó un equipo que proporciona un porcentaje de extracción de 75% de la harina, quedando todavía pequeñas cantidades de fibra. La cantidad de fibra está relacionada con las cenizas presentes en la harina. **[Lalama M., 1971]**

En cuanto a la proteína del pan, el que posee mayor cantidad es el pan de trigo importado (12,17%), cabe señalar que esta harina con la que se elabora el pan se caracteriza por el gran contenido de proteína que contiene el trigo. Mientras que el pan elaborado del mejor tratamiento presentó 10,97% de contenido de proteína dentro del producto.

El porcentaje de proteína es muy importante en las harinas, ya que de ello depende la cantidad del gluten, que es el compuesto más importante al momento de obtener un buen pan. Al utilizar el trigo nacional, éste presenta bajo contenido de gluten, por ello se empleó mejoradores en la mezcla de harinas, proporcionándole al pan atributos aceptables de volumen, diámetro y altura.

El extracto etéreo de la harina de trigo presenta poca influencia en los procesos de panificación, y su contenido no afecta las características reológicas de masas que puedan formarse. **[Cauvain S., 1996]** Los valores sobre el contenido de grasa que se obtuvieron en pan con harina del mejor tratamiento (13,3%) resultaron ser mayor que el pan elaborado con trigo importado (12,59%). El contenido de lípidos en la harina es de 1,38 gramos, las variaciones de acuerdo a lo bibliográfico se deben al proceso de molienda al que fue sometido el grano de trigo, mientras que los resultados del porcentaje de lípidos en el pan se ve dado por la adición de grasa (manteca) durante la elaboración del producto. **[Varela G., 1996]**

4.1.1.2.1.2. Análisis del contenido de minerales

Los minerales son los componentes inorgánicos de la alimentación, es decir, aquellos que se encuentran en la naturaleza sin formar parte de los seres vivos. Desempeñan un papel importantísimo en el organismo, ya que son necesarios para la elaboración de tejidos, síntesis de hormonas y en la mayor parte de las reacciones químicas en las que intervienen los enzimas. **[Calaveras J., 1996]**

De acuerdo a la Tabla A-39, el contenido de los diferentes minerales en la muestra de pan del mejor tratamiento (40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado con 40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico) fue menor en porcentajes en comparación a la muestra de pan de trigo importado.

Los minerales predominantes en la muestra de pan del mejor tratamiento es el fósforo (0.38%), magnesio (0.04%), potasio (0.22%), sodio (0.74%), cobre (6 ppm) y zinc (41 ppm) en comparación a la muestra de pan de trigo importado. Mientras que el contenido de hierro (74 ppm) y manganeso (9 ppm) son mayores en el pan de trigo importado. Por otra parte, los minerales más importantes dentro de nuestra alimentación son; calcio, fósforo y sobre todo hierro. Al consumir un alimento rico en minerales, este proporcionará grandes beneficios al consumidor. **[Cauvain S. Young L., 1996]**

4.1.1.2.1.3. Análisis de aminoácidos

La composición de aminoácidos en g /100 g de pan se muestra en la Tabla A-40, los mismos que fueron obtenidos por cromatografía líquida de alta presión, en donde se identifica 18 aminoácidos de los 20 presentes en las proteínas.

Las proteínas del trigo son especiales de acuerdo a su composición en aminoácidos, lo cual se lo comprueba al comparar el contenido de cada uno de los aminoácidos determinados con las muestras de otros tipos de pan, cerca de un tercio de la proteína son de ácido glutámico, el que se encuentra casi completamente en forma de glutamina. El contenido en aminoácidos con residuos básicos (arginina, lisina e histidina) es relativamente bajo, mientras los aminoácidos con residuos carboxilo (ácido aspártico) es menor. **[Cauvain S. Young L., 1996]**

Las dos muestras de pan poseen alto contenido de ácido glutámico, con 5,24% para la muestra de pan de trigo importado y 4,75% para el pan del mejor tratamiento en referencia a los demás aminoácidos, este aminoácido a mas de contribuir a la obtención de un pan de calidad, proporciona al organismo gran aporte nutricional mediante su consumo.

Los panes (trigo importado y mejor tratamiento) presentan cantidades considerables de prolina (1,43-1,17%), este aminoácido favorece a la formación de estructuras similares a la red de gluten y establecen interacciones hidrofóbicas entre las cadenas de proteínas necesarias para la producción un buen volumen en el pan.

En la Tabla A-41 se muestra la relación entre los aminoácidos esenciales de los panes de trigo importado y los provenientes del mejor tratamiento y se compara con el patrón del Institute of Medicine National Academy Of Science para niños > 1 año y adultos.

El contenido de leucina en las dos muestras de pan es considerable de acuerdo a los valores de 0,92% (trigo importado) 0,85% (mejor tratamiento), este contenido cubre con los requerimientos que establece el Institute of Medicine, National Academy of Science en cuanto al consumo de este aminoácido esencial.

Asimismo el contenido de los aminoácidos fenilalanina + tirosina, las dos muestras de pan presentan un valor alto, difiriendo un poco el pan del mejor tratamiento resaltando que la harina de trigo nacional con la que se elaboró este pan, presenta gran contenido de este aminoácido esencial.

De acuerdo al computo químico del pan elaborado con 100% trigo importado y del pan elaborado con 40% trigo importado y 60% trigo nacional con mejoradores (Tabla A-42), se indica que tanto el pan de trigo importado como mejor tratamiento presentan al aminoácido esencial limitante a la lisina, y al presentar un aminoácido limitante, este resulta ser el causante de limitar al organismo el consumo directo de los aminoácidos restantes que se encuentran presentes en el pan, mientras que los aminoácidos treonina y triptófano se los considera como aminoácidos esenciales deficitarios por ser menores al 100% de consumo.

Su déficit en este tipo de estos aminoácidos hace que se desnivele la ingesta de proteína, por ello resultaría conveniente el consumo del pan junto con otros alimentos, especialmente leche, carnes, pescados huevos que además son contenedores de un alto nivel de proteína y por ende se mejorará la calidad de la proteína total desapareciendo la limitación en la calidad proteica, al consumir al pan únicamente.

El pan es un alimento valioso puesto que proporciona en un aporte moderado de energía, cantidades apreciables de diverso macro y micronutrientes. [Tejero F., 1992]

4.1.13. Balance de Costos del Pan

Para la estimación del costo de producción se realizó los cálculos en base a 100 kg de harina, para dos quintales de harina. Se considero los siguientes ítems: materiales directos e indirectos, equipos y utensilios, suministros, personal, para este último, en el sueldo se tomó en cuenta el salario básico, cargas sociales, como se muestra en la Tabla A-48.

Para el costo por pieza de pan se consideró un total de 188,03 kg de producto para la producción. En la Tabla A-43 se presenta el balance de materia prima donde se aprecia que el costo es de 88,13 USD, teniendo en cuenta los materiales directos e indirectos para la industrialización.

En la Tabla A-44 se presentan los costos asociados a los equipos utilizados en el proceso de elaboración de pan proveniente de la mezcla de harinas del mejor tratamiento, que es igual a 1,47 USD. En la Tabla A-45 se muestra el costo total de los suministros para la industrialización, el cual es de 13,15 USD. Finalmente la Tabla A-46 presenta la estimación de costos referentes al personal, que posee un valor de 16,21 USD

De acuerdo a la Tabla A-47 los resultados del costo de producción por día de dos quintales de harina (60%trigo nacional + 40% trigo importado+mejoradores) es de \$ 118,96 y por ende el costo por pieza de pan de 60 gramos más la utilidad del 20% es de 0.05 centavos de dólar.

Resulta un costo muy accesible, tomando en cuenta que, el gobierno actual y los gremios de panificadores acordaron una subida de dos centavos, hasta los 0,12 dólares, en el precio del pan popular, de consumo masivo.

[Diario Hoy 2011]

Es decir resulta rentable el empleo de trigo nacional en una sustitución del 60% en la elaboración de pan, considerando que el quintal de harina de trigo importado subió su valor a la cantidad de \$ 38,00. Su costo final se encuentra al alcance de todos los consumidores, teniendo en cuenta que es un alimento de consumo masivo.

4.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Tomando en cuenta el análisis estadístico realizado a través del Diseño AxBxC y la prueba de comparación múltiple de Duncan, se obtuvo la Razón de Varianza para cada parámetro del análisis (Tabla A-49)

Para rechazar H_0 (Hipótesis nula) al 5% de significancia, la Razón de Varianza está sujeta a la siguiente regla de decisión: $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tablas}}$. En el caso de la investigación el valor de F de tablas será igual al valor de significancia (0.05).

Entonces, según la Tabla A-49 para cada parámetro el valor de F calculado es mayor que el valor del nivel de significancia, a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto:

Se rechaza H_0 y se acepta la hipótesis alternativa: “El empleo de diferentes concentraciones (ppm) de enzimas y emulsificantes panarios en las mezclas de harinas produce efectos diferentes, en la calidad de pan.”

$H_0: T1 \neq T2 \neq \dots \neq Tn$

En efecto, los ocho tratamientos presentaron resultados diferentes, en tanto a calidad de la mezcla de harina se trata, además de obtener un pan (mejor tratamiento) de calidad sensorial, presentando una buena aceptabilidad en el consumidor final.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se evaluó el efecto en la calidad del pan mediante el uso de enzimas como, hemicelulasa (40-60 ppm), glucosa-oxidasa (80-100ppm) y el emulgente estearil lactilato de sodio (50-100ppm), determinando las concentraciones adecuadas de cada enzima y el emulgente para la obtención de una mezcla de harinas (trigo importado 40% (p/p) con harina de trigo nacional variedad Cojitambo 60% (p/p) mas mejoradores) panadera, para ello se analizó las muestras con los equipos como el farinógrafo, alveógrafo, mixolab y texturómetro en 8 mezclas de harinas, concluyendo que los mejoradores reforzaron la red de gluten para así obtener un pan con mayor volumen, miga más uniforme además de retardar el endurecimiento del pan permitiendo la obtención de un pan aceptable para el consumidor.
- Se determinó la concentración adecuada de enzimas y emulsificante aplicando el diseño estadístico AxBxC y se estableció de 8 tratamientos como mejor tratamiento al $a_0b_1c_1$ que contiene 40 ppm de hemicelulosa, 100 ppm de glucosa-oxidasa, 100 ppm de estearil lactilato de sodio 30 ppm de azodicarbonamida y 80 ppm de ácido

ascórbico, de acuerdo al análisis estadístico y tomando como criterio aquellas mezclas que presentaron características farinográficas similares o superiores a la muestra de trigo importado. Se obtuvo resultados de, tiempo de desarrollo adecuado (4,53 minutos), buena estabilidad (9.1 minutos) y bajo índice de tolerancia (27,5 UB), siendo ésta: mezcla con harina de trigo importado 40% (p/p) y harina de trigo nacional 60% (p/p). Los ensayos farinográficos fueron respaldados con los resultados del mixolab y alveógrafo

- Se evaluó la aceptabilidad del pan elaborado a partir de la mezcla del mejor tratamiento y la muestra de harina de trigo importado 100% mediante un análisis sensorial, teniendo en cuenta los atributos como: apariencia del pan en la cual se encontró diferencia significativa entre las muestras, obteniéndose una apariencia de “regular a buena”, el color de la corteza del pan se presentó con un color “pálido a dorado”, existió diferencia significativa en este parámetro, en lo referente al sabor no existió diferencia significativa determinándolos como “agrada”, en cuanto a la textura no existió diferencia significativa denominándolos como “ni dura ni suave”; en general, la aceptabilidad del pan fue calificada en términos que “agrada” entre las dos muestras; de acuerdo al último parámetro, las dos muestras son similares, señalando que no existe diferencias, lo que significa la aceptación del pan elaborado con la sustitución del 60% (p/p) de trigo importado por trigo nacional variedad Cojitambo con la adición de enzimas y emulgentes, mejoran la calidad del pan.
- El contenido de minerales en el pan del mejor tratamiento fue apreciable puesto que posee fósforo (0.38%), magnesio (0.04%), potasio (0.22%), sodio (0.74%), cobre (6 ppm) y zinc (41 ppm) en comparación al pan de la muestra de trigo importado. De acuerdo al análisis proximal este presentó mayor cantidad de cenizas (2,35%), fibra (1,87%) y grasa (13,3%), por otro lado, la energía que suministra el pan elaborado del mejor tratamiento es 449,62 Kcal, superando el

aporte de la muestra de pan de trigo importado 448,95 Kcal. El análisis del contenido de aminoácidos muestra un contenido amplio del aminoácido leucina y fenilalanina + tirosina, este contenido satisface los requerimientos que establece el Institute of Medicine, National Academy of Science. El pan, es una fuente importante de proteínas, que aunque tienen baja calidad ya que no incluye todos los aminoácidos esenciales, sino que presenta niveles bajos del aminoácido esencial, lisina y como aminoácidos deficitarios, treonina y triptófano. Sin embargo, el consumo de pan junto con otros alimentos, especialmente lácteos, carnes, pescados, huevos, mejora la calidad del pan, anulando la limitación en la calidad protéica, que mantiene el pan al consumirlo aislado.

- El costo de producción del pan, del mejor tratamiento es de 0.05 centavos por pieza de pan de 50 gramos de peso, lo que implicó que la utilidad es muy significativa considerando que el gobierno impuso un precio de 0.12 centavos al consumidor final, de esta manera se podrá introducir el producto al mercado con facilidad por su costo y por ende se podrá promocionar el uso del trigo nacional para incentivar a la producción nacional del cereal disminuyendo la importación de la materia prima para la elaboración de uno de los productos de consumo masivo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio económico sobre el efecto de las enzimas y mejorantes panarios en la elaboración de pan con visión industrial, constando su buena rentabilidad. De acuerdo al balance de costos el empleo de enzimas en panificación generó un precio accesible al consumidor.
- De acuerdo a los resultados de la caracterización del producto en la que el pan del mejor tratamiento (trigo importado 40% mas trigo

nacional 60% con mejoradores) presentó menor peso en comparación a la muestra de pan de trigo importado, se recomienda emplear gluten en la muestra del mejor tratamiento ya que esta posee un gran contenido de sustitución de trigo importado por el trigo nacional (60%) y este último es carente de gluten; esta adición corregiría esta carencia.

- Teniendo en cuenta los resultados estadísticos de la caracterización del pan del mejor tratamiento al igual que el análisis estadístico, los resultados emiten diferencia significativa de acuerdo a la prueba de comparación múltiple Duncan, en el parámetro del análisis sensorial “color de la corteza” para ello se recomienda emplear alfa amilasas en las concentraciones de acuerdo a los parámetros establecidos por la casa comercial, para la elaboración de pan, otorgándole una apariencia característica del pan.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

- **Título:** “Utilización de enzimas alfa-amilasas para mejorar la apariencia del pan elaborado a partir del mejor tratamiento de acuerdo a la formulación 4”
- **Institución Ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL) y Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).
- **Beneficiarios:** Sector molinero, Panificadores del país, Comunidad Científica.
- **Ubicación:** Ambato – Ecuador
- **Tiempo estimado para la ejecución:** 6 meses
Inicio: Julio 2011. **Final:** Diciembre 2011.
- **Equipo técnico responsable:** Egda. Angélica Toaquiza T. e Ing. Jacqueline Ortiz MSc.

- **Costo:** \$ 3550.00

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El efecto de las enzimas en la elaboración de pan, del mejor tratamiento con harina de trigo importado 40% (p/p) mas harina de trigo nacional 60% (p/p) mas mejoradores (40 ppm de hemicelulosa, 100 ppm de glucosa-oxidasa, 100 ppm de esteaoril lactilato de sodio 30 ppm de azodicarbonamida y 80 ppm de ácido ascórbico) le otorgaron al mismo buenas características de miga (más suave) textura (ligeramente suave) y una buena aceptabilidad, mientras que el color de la corteza del pan presenta diferencia significativa, por la variación del color en comparación con el pan de trigo importado. **[Proyecto PHPPF]**

De un correcto equilibrio en la acción del alfa y la beta amilasas en las harinas y en el proceso de panificación depende el resultado de un pan con una miga bien esponjosa y una corteja rojiza. **[Miranda R., 2004]**

Las enzimas amilasas son empleadas en la fabricación de pan para romper azúcares complejos como el almidón (presente en la harina) en azúcares simples. La levadura puede entonces alimentarse de esos azúcares simples y convertirlos en productos de fermentación alcohólica. Este proceso da sabor al pan y hace elevar la masa. Las células de la levadura contienen amilasas pero necesitan tiempo para fabricar la suficiente cantidad para romper el almidón. Este es el motivo de la necesidad de largos tiempos de fermentación (especialmente para determinadas masas). Las técnicas modernas de elaboración de masas incluyen la presencia de amilasas para facilitar y acelerar estos procesos. **[Maton A. y col., 1993]**

Acciones: Como es sabido, el almidón está formado por la fracción *amilosa* de cadena recta de moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos alfa-1,4; en tanto que la fracción *amilopectina*, además de la cadena recta, presenta ramificaciones con enlaces glucosídicos 1,6.

La *alfa-amilasas* catalizan la hidrólisis de la cadena lineal (amilosa) y la ramificada (amilopectina) del almidón, rompiendo enlaces 1,4 interiores (endoamilasa) para formar una mezcla de dextrinas; por ello se la conoce como enzima *dextrinogénica* (mezcla de amilodextrina, eritrodextrina, acrodextrina y maltodextrina) con poca producción de maltosa.

Por su acción, la alfa-amilasa provee de fragmentos menores que pueden ser utilizados por la enzima beta-amilasa. La enzima alfa-amilasa requiere de un activador como, por ej., cloruro de sodio. Es sensible a una acidez elevada y se vuelve inactiva a pH 3,3 o a pH menor a 0°C por 15 min. El pH óptimo de acción está dentro del rango 5-7, siendo de 6,5 para la alfa-amilasa bacteriana y pancreática. La enzima es resistente al calor, pues a 70°C conserva un 70% de su actividad. Actúa sobre almidones crudos y gelatinizados. **[Callejo M., 2003]**

Aplicaciones: El uso de la alfa-amilasa para mejorar el valor panificador de harinas se basa en el hecho de que un adecuado y mantenido desprendimiento de anhídrido carbónico depende de la cantidad de maltosa y glucosa fermentables que estén presentes en la masa, y cuya formación depende, a su vez, de la acción sincronizada de la alfa- y la beta-amilasa; en mejor forma que por adición de extracto de malta usado también para este objeto. Mientras los cereales germinados contienen ambas enzimas, muchas harinas de trigo son deficientes en alfa-amilasa, siendo entonces conveniente su adición. **[Cortés A., 2004]**

La alfa-amilasa de *origen fúngico* (como es la que se obtiene por crecimiento del micelio del *Aspergillus oryzae* en fermentadores de cultivo sumergido que permiten una agitación y una aereación intensas), aunque puede ser menos potente que la de bacterias o de cereales, se puede obtener con baja actividad de proteasa (desdobladora del gluten) y de maltasa, conservándose así la maltosa, esencial para la fermentación. La

presencia de una cantidad suficiente de alfa-amilasa durante el esponjamiento y fermentación de la masa, tiene las siguientes ventajas:

- Mayor contenido de azúcares fermentables en la masa;
- Aceleración de la fermentación;
- Desprendimiento gaseoso, mayor y uniformemente mantenido;
- Aumento del volumen y textura del pan con una miga de porosidad más fina y de costra más uniforme y más coloreada.

Las alfa-amilasas tienen efectos significativos sobre los productos panificados. Si el contenido es bajo, habrá baja producción de dextrinas y gas por tanto, un tamaño reducido del pan y un mal color de la corteza.

[Cortés A., 2004]

6.3. JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta la exigencia del mercado de hoy en día sobre los alimentos de consumo masivo, las industrias molineras y panificadoras deben presentar respuestas rápidas acorde a la necesidad de los consumidores.

Hoy en día los alimentos que presentan buena apariencia son aquellos que presentan mayor consumo, por ello de acuerdo al trabajo evaluación del efecto de enzimas y emulsificantes en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional, se tiene la pauta para generar el siguiente trabajo en el que se requiere emplear alfa-amilasas para mejorar la apariencia del pan.

Obteniéndose un pan de un mejor tratamiento (a0b1c1) de acuerdo a la aplicación del diseño estadístico (AxBxC) existe diferencia significativa de acuerdo a la aplicación de una prueba de comparación múltiple Duncan en la caracterización del pan, en la cual se comparó un pan elaborado con el 100% de trigo importado y el pan del mejor tratamiento (mezcla trigo

nacional+trigo importado), en el atributo apariencia existió diferencia significación a un nivel de confianza del 95%.

Por ello se ve factible el empleo de alfa-amilasas enzimas que atribuyen mayor contenido de azúcares fermentables en la masa, aceleración de la fermentación, desprendimiento gaseoso, mayor y uniformemente mantenido, aumento del volumen y textura del pan con una miga de porosidad más fina y de costra más uniforme y más coloreada es decir mejorar en su totalidad en la apariencia de la masa como del pan.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. General

- Utilizar enzimas alfa-amilasas para mejorar la apariencia del pan elaborado a partir del mejor tratamiento de acuerdo a la formulación 4

6.4.2. Específicos

- Determinar la concentración adecuada en ppm de la enzima alfa-amilasa.
- Realizar un análisis de las características reológicas de la masa en equipos como el farinógrafo, alveógrafo y mixolab
- Establecer el valor nutricional que aporta este tipo de pan en la ingesta alimentaria.
- Evaluar la aceptabilidad del producto obtenido, mediante un análisis sensorial.
- Analizar el costo de producción del mejor tratamiento.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Para mejorar la apreciación del color en la corteza del pan, es preciso realizar un estudio sobre el uso de otro tipo de enzima que corrija esta falencia, para de esta forma obtener un producto con una buena apariencia, además de bajo costo y con características nutricionales apreciables para el consumidor.

En la fase tecnológica aplicada a la investigación, correspondiente a la evaluación del efecto de enzimas (gluco-oxidasa, hemicelulasa) y emulsificante (estearil lactilato de sodio) en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional y de acuerdo al análisis sensorial realizado, se determinó que el tratamiento 4 (40 ppm de hemicelulosa, 100 ppm de glucosa-oxidasa, 100 ppm de estearil lactilato de sodio 30 ppm de azodicarbonamida y 80 ppm de ácido ascórbico) es el mejor; por lo tanto, sobre ésta se realiza la adición de alfa-amilasas para mejorar el color de la corteza del pan.

El análisis de factibilidad socio-económico se efectúa con la finalidad de obtener un pan con buena apariencia sensorial (color corteza), además de potenciar la siembra del trigo nacional, tratando así, bajar las importaciones de trigo destinados para la elaboración de pan.

Para determinar el costo de producción, tanto los suministros como el personal se encuentran especificados para la producción total de 2 qq de harina (trigo nacional 60%+ trigo importado 40%), por parada 188,03 kg y el costo de producción se obtendrá por pieza de pan, por lo que se realiza la relación respectiva para el producto como se muestran en las Tablas A-43 y A-47.

La investigación fue realizada en condición industrial dando como resultado 188,03 Kg por parada de producto (pan). Por tanto el estudio económico se lo realizó para el mejor tratamiento (Tratamiento 4),

obteniéndose un valor de precio de venta al público por pieza de pan de 0.05 centavos de dólar, en consecuencia, el producto podrá competir en el mercado, además mantendrá el nivel competitivo de un producto de buena calidad. Se toma como pauta el estudio económico realizado de la investigación sobre la evaluación del efecto de enzimas y emulsionantes en la calidad de pan mediante la sustitución parcial de harina de trigo nacional variedad Cojitambo, puesto que, para la nueva investigación se adicionará un tipo de enzima más al kit enzimático obtenido, esto para un énfasis sobre la factibilidad de la nueva investigación.

Por otra parte, para que la investigación sea factible, se debe contar con los laboratorios adecuados de equipos que permitan realizar los análisis reológicos, además de la materia prima necesaria.

6.6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA

Existen dos tipos de alfa amilasas, a continuación se detalla cada una:

Alfa-Amilasas fungales: este tipo de enzimas permiten aumentar la capacidad fermentativa de la harina. Actúan sobre el almidón, teniendo como objetivo principal proveer de azúcares fermentables a las levaduras a fin de que estas los transformen en anhídrido carbónico.

Alfa- Amilasas bacterianas modificadas: estas enzimas son capaces de producir azúcares cortos que ayudan a retardar la cristalización del almidón luego del horneado. Mejoran la coloración de la corteza del pan. Son muy eficientes para aumentar la vida útil del pan empaçado. **[Popper, 2009]**

Según la “Reglamentación Técnico Sanitaria para la Fabricación, Circulación y Comercio del Pan y Panes Especiales” el pan y sus distintos tipos se definen de la siguiente manera. **[Tejero F. 1992]**

El pan es el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de la harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies propias de la fermentación panaria como *Saccharomyces cerevisiae*.

El código alimentario español diferencia dos tipos de pan: **Pan común:** se define como el de consumo habitual en el día, elaborado con harina de trigo, sal levadura, y agua al que se le puede añadir ciertos coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados.

Pan especial: es aquel que, por su composición, por incorporar algún aditivo o coadyuvante especial, por el tipo de harina, por otros ingredientes especiales (leche, huevos, grasas, cacao etc.) por no llevar sal, por no haber sido fermentada o por cualquier otra circunstancia autorizada. **[Palmeyro E., 2006]**

Otros componentes del pan

- Pueden ser simples aditivos o coadyuvantes tecnológicos que se emplean en baja proporción y cuyo único objetivo es favorecer el proceso tecnológico de elaboración del pan. En este caso se les denomina mejorantes y su empleo no significa que el pan elaborado sea un pan especial. Entre los más comunes. harina de habas, harina de malta, leche en polvo, ácido ascórbico, enzimas, etc. **[Calaveras J., 1996]**
- Otros ingredientes: sus objetivos son: o bien aumentar el valor nutritivo del pan o bien proporcionarle al pan un determinado sabor. Su empleo da siempre panes especiales. Entre los más comunes: azúcares, leche, materias grasas, huevos, frutas, etc. **[Tejero F., 1992]**

Elaboración de pan:

La elaboración del pan es un conjunto de varios procesos en cadena. Comienza con los ingredientes en sus proporciones justas y las herramientas para su elaboración dispuestas para realizar las operaciones, y acaba con el pan listo para ser servido. Dependiendo de los panaderos se añaden más o menos procesos a la elaboración, aunque básicamente hay cuatro:

1. **Mezcla** de la harina con el agua (así como otros ingredientes), proceso de trabajar la masa.
2. **Reposo** para hacer 'levar' la masa (sólo si se incluyó levadura). A este proceso se le denomina a veces como *leudado*.
3. **Horneado** en el que simplemente se somete durante un período la masa a una fuente de calor para que se cocine.
4. **Enfriado**. Tras el horneado se deja reposar el pan hasta que alcance la temperatura ambiente. **[Mesas J. Alegre M., 2002]**

Cada paso del proceso permite tomar decisiones acerca de la textura y sabor final que se quiera dar al pan. Otro paso industrial es el denominado: proceso de esponja masa muy empleado en la elaboración industrial de los panes de molde. Por regla general los libros que mencionan los procesos de panificación si requieren precisión suelen hablar de las cantidades en unidades de peso, no de volumen. **[Alonso F., 1999]**

Para el desarrollo del pan dentro del estudio, se lo realizará de acuerdo a la investigación anterior, es decir no existe modificación en el proceso, como se muestra en el capítulo II.

6.7. METODOLOGÍA. Modelo Operativo

En la Tabla 14 se muestra el modelo operativo es decir el plan de acción de fases o etapas que se seguirá para el desarrollo de la investigación.

TABLA 14: Modelo Operativo de la Propuesta (Plan de acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Buscar información y trabajos científicos	Revisión bibliográfica	Investigadora	Humanos Materiales Económicos	\$ 250	1 mes
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Definir el diseño de la tecnología adecuada a aplicarse, verificando la calidad de los tratamientos	Revisión de Normas INEN, normas de funcionamiento de equipos.	Investigadora	Humanos Materiales Económicos	\$ 800	2 meses
3. Implementar la propuesta	Ejecutar la propuesta	Aplicación de la tecnología en la producción de productos de panificación con una buena apariencia	Investigadora	Humanos Materiales Económicos	\$ 2000	2 meses
4. Evaluación de la propuesta	Verificación de los tratamientos desarrollados con la mejora de la apariencia.	Comprobación con datos experimentales del pan.	Investigadora	Humanos Materiales Económicos	\$ 500	1 mes

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

A continuación se detalla los métodos que se aplicarán a las mezclas de harina con la adición de las alfa-amilasas al kit enzimático.

Análisis farinográfico: Farinógrafo BRABENDER, método AACC

Análisis alveográfico: Alveógrafo CHOPIN, método AACC

Análisis del comportamiento reológico: Mixolab CHOPIN, manual

Análisis sensorial: Pruebas sensoriales, Norma INEN 616:2006

6.8. ADMINISTRACIÓN

En la Tabla 15 se muestra la administración de la propuesta, que se llevara a cabo bajo la coordinación de la Ing. Jacqueline Ortiz MsC y Egda Angélica Toaquiza.

TABLA 15: Administración de la Propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Apariencia de pan elaborado del mejor tratamiento(trigo nacional con trigo importado mas mejoradores)	Pan con un color en la corteza poco característico para la aceptación del consumidor, obtenido de la evaluación del efecto de enzimas y emulsionante en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional	Brindar un producto de consumo masivo de buena apariencia. Optimizar recursos económicos para la obtención de un pan de calidad. Ofrecer al consumidor un producto de calidad nutricional y sensorial.	Determinar la concentración adecuada de alfa-amilasas. Caracterización reológica de las mezclas de harinas con los mejoradores. Obtener un mejor tratamiento que contenga harina de trigo nacional además que se pueda ofrecer al mercado	Investigadora Angélica Toaquiza

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

En la Tabla 16 se muestra las preguntas básicas para la previsión de la evaluación, para con ello realizar las modificaciones que la investigación requiera.

TABLA 16: Previsión de la Evaluación

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Quiénes solicitan evaluar?	Industria panificadora, consumidor
¿Por qué evaluar?	Porque con ello se podrá mejorar la apariencia de un pan elaborado con mejoradores. Además rectificar errores que se vengando en la industria panificadora que elaboran pan con mejoradores.
¿Para qué evaluar?	Para verificar la calidad sensorial del pan que se le agregue un componente mas (alfa-amilasa) al kit enzimático que ya posee.
¿Qué evaluar?	Concentraciones de alfa-amilasa en ppm. Parámetros panaderos Aceptabilidad del producto
¿Quién evalúa?	El investigador Consumidor final.
¿Cuándo evaluar?	Desde las pruebas de las características reológicas de la masa hasta la obtención del pan.
¿Cómo evaluar?	Mediante equipos como farinógrafo, alveógrafo y mixolab. Análisis sensorial del producto.
¿Con qué evaluar?	Con el desarrollo experimental del producto. Trabajos de investigación similares. Normas INEN.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFIA

1. ANZALDÚA-MORALES, A. 1998. "Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica". Editorial Acribia. Zaragoza-España. 198-199p.
2. BIRCH, R. y P. Finney. 1980. Note on fresh egg yolk in whole wheat-bread. *Cereal chemistry* 57. 405p.
3. BROOKFIELD CT3 TEXTURE ANALYZER Operating Instructions Manual No. M/08-371A0708. 1-15p.
4. CALAVERAS, J. 1996. "Tratado de panificación y bollería" Primera Edición, Editorial ENESA, Madrid España. 46-65, 256-385p.
5. CAUVAIN, S., YOUNG, L. 1998. "Fabricación del pan" Editorial Acribia. Zaragoza-España. 60-78, 330-375p.
6. CERDA, L., 2010. "Estudio de las propiedades funcionales de proteínas de las harinas de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), quinoa (*Chenopodium quinoa*), papa (*Solanum tuberosum*), trigo (*Triticum aestivum*) nacional e importado para orientar su uso panificación y pastas"
7. CORNFORD, S. J., AXFORD, D. W. E. y ELTON, G. A. H. 1964. The elastic modulus of bread crumb in linear compression in relating to staling. *Cereal Chem* 41. 216p.
8. CHOPIN TECHNOLOGIES. 2006. "Mixolab Applications Handbook: Rheological and Enzymatic Analysis". Villinueva-Francia.

9. CHOPIN TECHNOLOGIES. 2008. MIXOLAB “Manual de Empleo”. Villinueva-Francia.
10. ELIASSON, A. y P. 1980. Hegg. Thermal Stability of wheat gluten. Cereal Chemistry 57. 436p.
11. ELTON, G. A. H., 1969. Some quantitative aspects of bread staling. Bakers Digest 43(24). 76p.
12. GÁMBARO, A., VARELA, P., GIMÉNEZ, A., ALDROVANDI, A., FISZMAN, S. M., HOUGH, G. (2002). Textural quality of white pan bread by sensory and instrumental measurements. J. Texture Studies 33. 401-413p.
13. GARRIDO, E., CASTRO, E., LÓPEZ, R., SALINAS, N. 2004. Desarrollo de un mejorador de panificación para aumentar la vida útil del pan de molde. XV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 25 Agosto, Viña del Mar, Chile. 216-219p.
14. GONZALES, J. 1977. “Paradigmas en la Investigación”. España. Vol. 2, Ed. Acribia. 29p.
15. GUAMAN, D. 2009. “Investigación de las características tecnológicas de la harina en el mercado y su influencia en los parámetros de control de calidad en la empresa MOLINOS MIRAFLORES SA”. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos. FCIAL. UTA. Ambato-Ecuador. 89p.
16. HAARASILTA, S., PULLINEN, T., 1992. Novel enzyme combination. A new tool to improve baking results. Agro-Food-Industry Hi-Tech 3. 12-13p.

17. HONESEY, C. 1991. "Principios de ciencia y tecnología de los cereales" Ed. Acribia, S.A. Zaragoza. 35-60p.
18. KENT, N. L., 1987. "Tecnología de los cereales. Introducción para estudiantes de ciencia de los alimentos y agricultura". Ed. Acribia, S.A. Zaragoza. 171-339p.
19. KENT Jones, D. W. y Amos, A. J. 1956. "Composición del trigo y productos de molienda" Química de los cereales. Ed. Aguilar. Madrid 3-34p.
20. LALAMA, M., 1971. "Estudio de la acción génica en cinco características de calidad en trigo estimada por cruzamientos dialélicos entre ocho progenitores" tesis maestro en Ciencias, Escuela de Post Graduados, Chapingo, México. 29-34p.
21. 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". 49-55p.
22. MESAS, J., ALEGRE, M. 2002. Ciencia y Tecnología Alimentaria, "El pan y su proceso de elaboración", Lugo-España. Vol. 3, No 5. 228-234p.
23. MULTON, J. 1988. "Aditivos Y Auxiliares de Fabricación en las Industrias Agroalimentaria", Editorial Acribia Zaragoza España. 69-73p.
24. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. INEN 530. Harina de Trigo Ensayo de Panificación.

- 25.** NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. INEN 616. Harina de Trigo Requisitos.
- 26.** ORDOÑEZ, G., OVIEDO, R. 2010. "Alternativas de Aprovechamiento de Harinas no Tradicionales para la Elaboración de Pan Artesanal" ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. 195-201p.
- 27.** PAZMIÑO, J., SALVARRIA, H. 1982 "Evaluación de Mezclas de Harina de Trigo Ecuatoriano e Importado para Panificación". Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos. FCIAL. UTA. Ambato-Ecuador. 6-26; 32-68p.
- 28.** PENCE, J. W., NINMO, C. C, HEPBURN, F. N. 1964. "Proteins. Wheat (Chemistry and Technology)". Ed. I. Hlynka, Minnesota. Tomo III. 227-276p.
- 29.** POMERANZ, Y. 1978. Wheat: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, 2 th edition, St. Paul, Minnesota. 35-645p.
- 30.** PRATT, D. B. 1964. "Criteria of flour quality. Wheat (Chemistry and Technology)". Ed. I. Hlynka, Minnesota. Tomo III. 227-276p.
- 31.** RECALDE, H., ROGRIGUEZ, M. 2003. "Utilización de las Enzimas α amilasa y xilasa con ácido L-ascórbico como Mejorantes de las Cualidades Panarias en la Harina de Trigo". 39-85p.
- 32.** RICHARDSON, E. 1962. Tratado de Panadería y pastelería. Editorial Sintesis. Barcelona- España. 605-610, 627p.
- 33.** ROLLIN, E. 1962. "Tratado de Panadería y Pastelería" Editorial Sintesis, Barcelona España. 28-31, 420-425, 680-685p.

- 34.** ROSELL, C., MARCO, C., GARCÍA-ALVÁREZ J., y SALAZAR J. 2009. "Rheological properties of rice–soybean protein composite flours assessed by mixolab and ultrasound" *Journal of Food Process Engineering*. DOI:10.1111/j.1745-4530.2009.00501.x
- 35.** SALTOS, H. 1993. "Diseño Experimental". Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos". UTA. Ambato–Ecuador. 32-34p.
- 36.** SANDSTEDT, R., B. HITES y H. SCHROEDER. 1968. Properties of the Starches. *Cereal Science Today* 13. 73-175p.
- 37.** SHUEY, W. 1967. *Handbook of Farinograph*. Grain Research Laboratory. Winnipeg – Canadá. 15-56p.
- 38.** SMITHA, S., RAJIV, J., BEGUM, K y INDRANI, D. 2008. "Effect of hydrocolloids on rheological, microstructural and quality characteristics of parotta – an unleavened indian flat bread". *Journal of Texture Studies* 39. 267–283p.
- 39.** TANAKA, K.S., ENDO y S., NAGASAKI. 1980. "Effect Of Potassium Bromate, Potassium Yodate And Ascorbic Acido on The Consistency Of Head Dough Cerealchemistry" 57 (3). 45-60p.
- 40.** TAMAYO, Luis. 1997. "Evaluación de los Efectos de la Adición de los Agentes Químicos y Enzimáticos en Harina de Trigo (*triticum* sp) para Panificación. 57-65p.
- 41.** WIKSTROM, K., y ELIASSON, A. C. 1998. Effects of enzymes and oxidizing agents on shear stress relaxation of wheat flour dough: additions of protease, glucose oxidase, ascorbic acid, and potassium bromate. *Cereal Chemistry*, 75. 331–337p.

42. ZURITA, L. 1975. "Estudio sobre las harinas de panificación". Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos. FCIAL. UTA. Ambato-Ecuador. 60-68p.

WEBGRAFIA

43. ALONSO, F. 1999. *El libro del pan y de la leche*; Madrid, Editorial Ágata. ISBN 84-8238-328-0. "PAN" obtenido de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pan>

44. BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. 2009. Importación de trigo, obtenido on line en <http://www.bancocentraldeecuador.com.ec/>

45. CAIVINAGUA, X., 2009. "Producción De Trigo En El Ecuador" obtenido on line en; <http://www.revistalideres.ec/2009-10-26/Mercados/Analisis-Sectorial/LD091026P17ENPERSPECTIVA.aspx>

46. CAN Secretaria General. 2005. "El Comercio De Productos Agropecuarios En Los Países De La Comunidad Andina, obtenido on line en <http://www.CAN.con.ec/>

47. CALLEJO, M. 2003. Importancia de los enzimas en la conservación del pan. obtenido on line en www.enzimasenlapanificacion.com.ec.

48. CLAUDE, Willm. 2011 "El rincón del panadero", obtenido on line en <http://www.trigopan.com.ar/Default.asp>

49. CORTÉS, A. 2004. "Aplicación de Enzimas en la Producción Industrial" obtenido on line en http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MA002_enzimas4WSF.pdf

50. HATFIELD, R.D., y col., 1999.. «Cell wall cross-linking by ferulates and diferulates in grasses». Obtenido on line en http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_fer%C3%BAlico

- 51.** CHANG y col., 2000. "Utilización del texturómetro" obtenido on line en http://www.textureanalyzer_vidautil.com.ec.
- 52.** DIARIO HOY 2007. "Producción de Trigo no Cubre la Demanda Local" obtenido on line en <http://www.hoy.com.ec>.
- 53.** EL TRIGO. 2003. obtenido on line en <http://www.FAO.com>
- 54.** EVOLUCIÓN DE LA ECONOMÍA ECUATORIANA (BCR). 2009. obtenido on line en http://www.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/IndCoyuntura/EvolucionEconEcu_04-09.pdf
- 55.** ESTRUCTURA DEL GRANO. 2009. obtenido on line en http://www.molinovillafane.com/todo_acerca_del_trigo.html.07/02/2009
- 56.** GARZA A., 2009. "El Trigo, Producción" ; obtenido on line en <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>
- 57.** REINHOLD, F. 2008. "Farinografía en diferentes muestras de harinas", obtenido on line en <http://www.farinogramasdiferentecalidad.com.ec/>
- 58.** GRUPO VILBO. 2004. Acción de los Emulsionantes. España, obtenido on line en <http://www.grupovilbo.com.ec/>
- 59.** GUAJARDO, Daniel E. 2006. "El trigo en el mundo y las posibilidades de su producción en Chile", obtenido on line en <http://www.diariodelagro.cl>

- 60.** LA ARGENTINA AGROPECUARIA Y AGROEXPORTADORA. 2004. obtenido on line en [http:// www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)
- 61.** LA MAGIA DE LAS ENZIMAS. 2005. Clasificaciones y características: Énfasis Alimentación Latinoamérica, obtenido on line en <http://www.lamagiadelasenzimas.com.ec/>
- 62.** LIAMA. 1989. “Harinas de Calidad Alveografica” citado on line en <http://www.molineriaypanaderia.com>.
- 63.** MANUAL PANADERO. 2010. “Harinas Bufort” obtenido on line en <http://www.harinasbufort.com/manual.pdf>
- 64.** MATON A., JEAN H., CHARLES W., MCLAUGHLIN, JOHNSON S., QUON M., WARNER, LAHART D., JILL D. Wright. *Human Biology and Health*. Prentice Hall, 1993. Englewood Cliffs, Jason Mraz, Beyonce, New Jersey, USA. ISBN: 0-13-981176-1, obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Amilasa2011>
- 65.** MIRANDA, Rafael. 2004. “ACTIVIDAD DE LAS AMILASAS EN PANIFICACIÓN” obtenido de <http://www.alfaeditores.com/alimentaria/NovDic%2004/TECNOLOGIA%20Amilasas%20en%20Panificac%20.pdf>
- 66.** MOROS, C. 2009. “Las Proteasas y su acción sobre el Gluten”. Obtenido on line en: http://www.alimentariaonline.com/desplegar_notas.asp?did=327.
- 67.** PALMEYRO, Enrique. 2006. Instituto Nacional de Tecnología Industrial, “Panificados, pan francés”, obtenido on line www.inti.gov.ar (Publicaciones).

- 68.** PANTANELLI, A. 1996. "Parámetros Industriales de la Calidad del Trigo" Obtenido on line en http://www.aaprotrigo.org/calidad%20panadera/parametros_industriales_calidad_trigo.htm
- 69.** PREVÉ FAO. 2009. Reducción mundial en cosecha de cereales; obtenido on line en http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.phpid_art=665&id_sec=13
- 70.** POPPER, GMBH; & CO. KG, AHRENSBURG. 2009. Alemania, obtenido on line en www.enzimaslasmejoresamigasdelpan.com
- 71.** QUETZAL, 2006. "Que es azodicarbonamida". obtenido on line en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7U1e1zxd5n0J:ar.answers.yahoo.com/question/index%3Fqid%3D20060808091607AAPR84u+que+es+AZODICARBONAMIDA&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>)
- 72.** RIZZO, P. 2001. "El trigo en el país", obtenido on line en <http://www.sica.gov.ec>
- 73.** SIAP. El trigo en América Latina, obtenido on line en <http://www.siap.bob.mx>.
- 74.** SICA. 2009. "Ecuador: Importaciones de Harina de Trigo 2000-2008". Obtenido on line en http://www.sica.gov.ec/cadenas/trigo/docs/lm_harinatrigo/00-06.htm
- 75.** SECRETARIA GENERAL, Comunidad Andina. 2004. obtenido on line en <http://www.SICEXT.com.ec/>.

- 76.** SAGARPA. 2007. "INFORME DE LA CALIDAD DEL TRIGO (CICLO OTOÑO-INVIERNO 2005/2006)" Obtenido on line en <http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/Industrializacion/InformeCalidad.pdf>.
- 77.** SARMENTERO, Oswaldo. 2005. Utilización de Enzimas, Argentina, obtenido on line en www.gruposaporiti.com
- 78.** SOTO, R. 2009. "Programa de Investigación en Calidad de Trigo en el Instituto de Ciencias Agrícolas" obtenido on line en <http://www.oeidrusbc.gob.mx/sispro/trigobc/Descargas/ProgramaInvestigacion.pdf>.
- 79.** TEJERO, Francisco. 1992. "Molinería y Panadería" Editorial Montagud, Barcelona España, obtenido on line en <http://www.franciscotejero.com>
- 80.** TEJERO, F. 2005. "Las Enzimas en los nuevos procesos de Panificación". Obtenido on line en <http://www.franciscotejero.com/tecnica/mejorantes/ENZIMA.pdf>
- 81.** TODO ACERCA DEL TRIGO. Hernando V. 2009. "Estructura del Grano", obtenido on line en http://www.molinovillafane.com/todo_acerca_del_trigo.html.
- 82.** UNA FORMA DIFERENTE DE VER EL AGRO EN AMÉRICA LATINA. 2009. obtenido on line en <http://www.agropanorama.com.ec/>
- 83.** USDA. 2007. Grain: World Markets and Trade. obtenido on line en <http://www.fas.usda.gov/psdonline>
- 84.** VARELA, G. 1996. "Análisis Proximal, Harinas", obtenido on line en http://www.analisisproximal.com/trigo_harinas_extracto_etereo.html.

REVISTAS

- 85.** DELTAGEN. 2000. (Bioproducts Na Boletín Técnico Amygluten, Deltagen), Dinamarca 2000.
- 86.** FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2006
- 87.** Programa De Investigación En Calidad De Trigo En El Instituto De Ciencias Agrícolas
- 88.** Revista BRABENDER. 2000. "Test Instruments. Brabender ohg duisburg".
- 89.** REVISTA GRANOTEC. Panificación Influencia de los Ingredientes

ANEXOS

ANEXO 1

HOJA DE CATACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ANÁLISIS SENSORIAL DE CALIDAD Y ACEPTABILIDAD DE PAN DE TRIGO IMPORTADO CON MEZCLA DE TRIGO NACIONAL

Nombre: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Por favor, en el orden que se solicite deguste las muestras y marque con (X) a su parecer una alternativa de cada característica indicada.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS	
		720	345
APARIENCIA	1. Muy mala	.....	.....
	2. Mala	.....	.....
	3. Regular	.....	.....
	4. Buena	.....	.....
	5. Muy buena	.....	.....
COLOR	1. Muy Pálido	.....	.....
	2. Pálido	.....	.....
	3. Dorado	.....	.....
	4. Oscuro	.....	.....
	5. Muy oscuro	.....	.....
SABOR	1. Desagrada mucho	.....	.....
	2. Desagrada poco	.....	.....
	3. Ni agrada ni desagrada	.....	.....
	4. Agrada	.....	.....
	5. Agrada mucho	.....	.....
TEXTURA	1. Dura	.....	.....
	2. Ligeramente dura	.....	.....
	3. Ni dura ni suave	.....	.....
	4. Ligeramente Suave	.....	.....
	5. Suave	.....	.....
ACEPTABILIDAD	1. Desagrada mucho	.....	.....
	2. Desagrada poco	.....	.....
	3. Ni agrada ni desagrada	.....	.....
	4. Agrada	.....	.....
	5. Agrada mucho	.....	.....

COMENTARIOS:.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

ANEXO A

TABLAS

RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL ANÁLISIS

FARINOGRAFÍA

TABLA A-1: Cantidad de mejoradores en cada tratamiento

TRATAMIENTO	KIT ENZIMATICO
a0b0c0	40 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico.
a0b0c1	40 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico.
a0b1c0	40 ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico.
a0b1c1	40 ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico.
a1b0c0	60 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico.
a1b0c1	60 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico.
a1b1c0	60 ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico.
a1b1c1	60 ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico.

Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

TABLA A-2: Resultados del promedio de los farinógramas de los diferentes tratamientos

MUESTRA	Humedad	Absorción de agua	Tiempo de desarrollo	Estabilidad	Índice de tolerancia
	%	%	(minutos)	(minutos)	(UB)
a0b0c0	12,97	68,35	2,50 ^a	8,50 ^{ab}	28,50 ^a
a0b0c1	12,71	68,80	2,70 ^a	8,10 ^{ab}	31,00 ^a
a0b1c0	12,70	68,60	3,00 ^a	7,40 ^b	37,50 ^a
a0b1c1	12,53	68,40	3,00 ^a	9,10 ^a	27,50 ^a
a1b0c0	12,61	68,70	2,65 ^a	7,60 ^b	39,50 ^a
a1b0c1	12,93	68,80	2,95 ^a	8,10 ^{ab}	33,00 ^a
a1b1c0	12,71	68,60	2,25 ^a	8,60 ^{ab}	16,50 ^a
a1b1c1	12,72	69,20	2,60 ^a	8,40 ^{ab}	26,50 ^a

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Valores con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de rango múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

TABLA A-3: *Análisis Estadístico*: Análisis de Varianza para Tiempo de desarrollo

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: FACTOR A	0,140625	1	0,140625	0,53	0,4905
B: FACTOR B	0,000625	1	0,000625	0,00	0,9627
C: FACTOR C	0,180625	1	0,180625	0,68	0,4368
D: REPLICAS	0,015625	1	0,015625	0,06	0,8153
INTERACTIONS					
AB	0,600625	1	0,600625	2,26	0,1764
AC	0,050625	1	0,050625	0,19	0,6756
BC	0,005625	1	0,005625	0,02	0,8884
ABC	0,015625	1	0,015625	0,06	0,8153
RESIDUAL	1,85938	7	0,265625		
TOTAL (CORRECTED)	2,86938	15			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-4: *Análisis Estadístico*: Análisis de Varianza para Estabilidad

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: FACTOR A	0,0451562	1	0,0451562	0,15	0,7125
B: FACTOR B	0,345156	1	0,345156	1,13	0,3239
C: FACTOR C	0,581406	1	0,581406	1,90	0,2109
D: REPLICAS	0,150156	1	0,150156	0,49	0,5066
INTERACTIONS					
AB	0,472656	1	0,472656	1,54	0,2544
AC	0,288906	1	0,288906	0,94	0,3640
BC	0,438906	1	0,438906	1,43	0,2705
ABC	2,06641	1	2,06641	6,74	0,0356
RESIDUAL	2,14609	7	0,306585		
TOTAL (CORRECTED)	6,53484	15			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-5: *Análisis Estadístico*: Prueba de Diferenciación Múltiple de Duncan para Estabilidad

Method: 95,0 percent Duncan			
TRATAMIENTOS	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
3	2	7,4	c
5	2	7,6	c
6	2	8,1	ba
2	2	8,1	ba
8	2	8,35	ba
1	2	8,5	ba
7	2	8,625	ba
4	2	9,1	a

Fuente: Statgraphics Plus 4.0

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

TABLA A-6: *Análisis Estadístico*: Análisis de Varianza para Índice de Tolerancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: FACTOR A	20,25	1	20,25	0,16	0,6998
B: FACTOR B	144,0	1	144,0	1,15	0,3195
C: FACTOR C	4,0	1	4,0	0,03	0,8633
D: REPLICAS	121,0	1	121,0	0,96	0,3587
INTERACTIONS					
AB	306,25	1	306,25	2,44	0,1621
AC	30,25	1	30,25	0,24	0,6384
BC	4,0	1	4,0	0,03	0,8633
ABC	210,25	1	210,25	1,68	0,2365
RESIDUAL	878,0	7	125,429		
TOTAL (CORRECTED)	1718,0	15			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-7: Resumen de los resultados de los farinogramas en las muestras: trigo importado, mejor tratamiento y mezcla de harinas sin mejoradores.

MUESTRA	Absorción de agua	Tiempo de desarrollo	Estabilidad	Índice de tolerancia
	%	(minutos)	(minutos)	(UB)
TRIGO IMPORTADO 100%	66,00	4,50	7,50	70,00
MEJOR TRATAMIENTO A0B1C1	68,40	4,53	9,10	27,50
MEZCLA DE HARINAS SIN MEJORADORES	68,40	3,00	4,50	75,00

Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

MEZCLA DE HARINAS: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional sin mejoradores.

MIXOLAB SYSTEM

TABLA A-8: Caracterización del comportamiento reológico medido en el Mixolab en los diferentes tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores.

MUESTRA	ABSORCION DE AGUA	AMASADO	GLUTEN	VISCOSIDAD	AMILASAS	RETROGRADACION
a0b0c0	9	4,50 ^a	6,00 ^a	3,00 ^a	3,00 ^a	3,00 ^a
a0b0c1	9	4,00 ^a	5,50 ^{ab}	3,00 ^a	3,00 ^a	3,00 ^a
a0b1c0	9	4,00 ^a	6,00 ^a	4,00 ^a	3,00 ^a	3,00 ^a
a0b1c1	9	3,50 ^a	6,00 ^a	4,00 ^a	2,50 ^a	2,50 ^a
a1b0c0	9	3,50 ^a	6,00 ^a	4,00 ^a	2,50 ^a	3,00 ^a
a1b0c1	9	4,00 ^a	5,00 ^b	3,50 ^a	2,50 ^a	2,50 ^a
a1b1c0	9	4,00 ^a	6,00 ^a	3,50 ^a	2,00 ^a	3,00 ^a
a1b1c1	9	4,00 ^a	6,00 ^a	3,50 ^a	2,50 ^a	3,00 ^a

Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Valores con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de rango múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

TABLA A-9: *Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Amasado o Índice de Desarrollo*

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: FACTOR A	0,0625	1	0,0625	0,47	0,5165
B: FACTOR B	0,0625	1	0,0625	0,47	0,5165
C: FACTOR C	0,0625	1	0,0625	0,47	0,5165
D: REPLICAS	0,5625	1	0,5625	4,20	0,0796
INTERACTIONS					
AB	0,5625	1	0,5625	4,20	0,0796
AC	0,5625	1	0,5625	4,20	0,0796
BC	0,0625	1	0,0625	0,47	0,5165
ABC	0,0625	1	0,0625	0,47	0,5165
RESIDUAL	0,9375	7	0,133929		
TOTAL (CORRECTED)	2,9375	15			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-10: *Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Fuerza de Gluten*

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: FACTOR A	0,0625	1	0,0625	1,00	0,3506
B: FACTOR B	0,5625	1	0,5625	9,00	0,0199
C: FACTOR C	0,5625	1	0,5625	9,00	0,0199
D: REPLICAS	0,0625	1	0,0625	1,00	0,3506
INTERACTIONS					
AB	0,0625	1	0,0625	1,00	0,3506
AC	0,0625	1	0,0625	1,00	0,3506
BC	0,5625	1	0,5625	9,00	0,0199
ABC	0,0625	1	0,0625	1,00	0,3506
RESIDUAL	0,4375	7	0,0625		
TOTAL (CORRECTED)	2,4375	15			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-11: Análisis Estadístico: Prueba de Diferenciación Múltiple de Duncan para el Factor B

Method: 95,0 percent Duncan			
FACTOR B	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
0	8	5,625	b
1	8	6,0	a

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

TABLA A-12: Análisis Estadístico: Prueba de Diferenciación Múltiple de Duncan para el Factor C

Method: 95,0 percent Duncan			
FACTOR C	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
1	8	5,625	b
0	8	6,0	a

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

TABLA A-13: Análisis Estadístico: Prueba de Comparadores (promedios) de Duncan para Fuerza de Gluten

TRATAMIENTOS		a0b0c1	a0b0c0	a0b1c0	a0b1c1	Producto del Error
		5,25	6,00	6,00	6,00	
a0b0c1	5,25	a	0,75*	0,75*	0,75*	
a0b0c0	6,0		b	b	b	0,444
a0b1c0	6,0			c	c	0,435
a0b1c1	6,0				d	0,418

Fuente: Microsoft Office Excel 2007

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

TABLA A-14: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Viscosidad

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: FACTOR A	0,0625	1	0,0625	0,30	0,5983
B: FACTOR B	0,5625	1	0,5625	2,74	0,1419
C: FACTOR C	0,0625	1	0,0625	0,30	0,5983
D: REPLICAS	0,0625	1	0,0625	0,30	0,5983
INTERACTIONS					
AB	1,5625	1	1,5625	7,61	0,0282
AC	0,0625	1	0,0625	0,30	0,5983
BC	0,0625	1	0,0625	0,30	0,5983
ABC	0,0625	1	0,0625	0,30	0,5983
RESIDUAL	1,4375	7	0,205357		
TOTAL (CORRECTED)	3,9375	15			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-14.1: Análisis Estadístico: Prueba de Comparadores (promedios) de Duncan para Viscosidad.

TRATAMIENTOS		a0b0c0	a1b1c0	a1b0c0	a0b1c0	Producto del Error
		3	3,5	3,75	4	
a0b0c0	3,0	a	3,5*	a	3,75*	
a1b1c0	3,5		b	3,75*	4*	0,804
a1b0c0	3,75			c	4*	0,788
a0b1c0	4,0				d	0,758

Fuente: Microsoft Office Excel 2007

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

TABLA A-15: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Amilasas

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: FACTOR A	1,0	1	1,0	3,50	0,1036
B: FACTOR B	0,25	1	0,25	0,88	0,3807
C: FACTOR C	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
D: REPLICAS	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
INTERACTIONS					
AB	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
AC	0,25	1	0,25	0,88	0,3807
BC	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
ABC	0,25	1	0,25	0,88	0,3807
RESIDUAL	2,0	7	0,285714		
TOTAL (CORRECTED)	3,75	15			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-16: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Retrogradación

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: FACTOR A	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
B: FACTOR B	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
C: FACTOR C	0,25	1	0,25	1,75	0,2275
D: REPLICAS	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
INTERACTIONS					
AB	0,25	1	0,25	1,75	0,2275
AC	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
BC	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
ABC	0,25	1	0,25	1,75	0,2275
RESIDUAL	1,0	7	0,142857		
TOTAL (CORRECTED)	1,75	15			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-17: Resumen de los resultados de las gráficas del Mixolab de las muestras: trigo importado, mejor tratamiento y mezcla de harinas sin mejoradores.

INDICES	TRIGO IMPORTADO 100%	MEJOR TRATAMIENTO a0b1c1	MEZCLA DE HARINAS SIN MEJORADORES
ABS.DE AGUA	8	9,00	8
AMASADO	2	3,50	4
GLUTEN	3	6,00	5
VISCOSIDAD	4	4,00	3
AMILASAS	6	2,50	3
RETROGRADACION	5	2,50	3

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

MEZCLA DE HARINAS: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional sin mejoradores.

ALVEOGRAFÍA

TABLA A-18: Datos de la calidad de las harinas utilizando el alveógrafo

CARACTERISTICAS	TRIGO IMPORTADO	MEJOR TRATAMIENTO(a0b1c1)
TENACIDAD (P)	120,00	157,00
EXTENSIBILIDAD (L)	70,00	28,00
EQUILIBRIO (P/L)	1,71	5,61
FUERZA (W)	311,00	192,00

Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

CARACTERIZACIÓN DEL PAN

TABLA A-19: Formulación para la elaboración tradicional de pan

INGREDIENTES	PORCENTAJES
Harina	100 %
Manteca	15 %
Sal	2 %
Azúcar	10 %
Levadura	4 %
Agua	> 55 %

Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011

TABLA A-20: Caracterización del pan elaborado con trigo importado, mejor tratamiento y la mezcla de harinas sin mejoradores.

TRATAMIENTOS	PESO (gramos)	VOLUMEN (cm ³)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)
TRIGO IMPORTADO	36,90 ^a	209,30 ^a	8,00 ^a	4,70 ^a
MEJOR TRATAMIENTO	36,40 ^a	216,00 ^a	8,20 ^a	4,80 ^a
MEZCLA DE HARINAS SIN MEJORADORES	36,60 ^a	182,50 ^a	7,90 ^a	4,50 ^a

Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

Valores con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de rango múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

MUESTRA DE MEZCLA DE HARINA: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional sin mejoradores

TABLA A-21: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Peso

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	0,253333	2	0,126667	0,76	0,5682
B: REPLICAS	0,166667	1	0,166667	1,00	0,4226
RESIDUAL	0,333333	2	0,166667		
TOTAL (CORRECTED)	0,753333	5			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-22: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Volumen

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	1255,58	2	627,792	3,68	0,2136
B: REPLICAS	876,042	1	876,042	5,14	0,1516
RESIDUAL	341,083	2	170,542		
TOTAL (CORRECTED)	2472,71	5			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-23: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Diámetro

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	0,13	2	0,065	0,42	0,7045
B: REPLICAS	0,015	1	0,015	0,10	0,7852
RESIDUAL	0,31	2	0,155		
TOTAL (CORRECTED)	0,455	5			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-24: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Altura

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	0,13	2	0,065	0,49	0,6695
B: REPLICAS	0,0266667	1	0,0266667	0,20	0,6968
RESIDUAL	0,2633333	2	0,131667		
TOTAL (CORRECTED)	0,42	5			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

ANÁLISIS SENSORIAL

TABLA A-25: Promedios de los resultados de la catación de pan

ATRIBUTO	PAN DE TRIGO IMPORTADO (720)	PAN MEJOR TRATAMIENTO (345)
	VALORACION: Puntos/ 5 Puntos	
Apariencia	4,23 ^a	3,78 ^b
Color de la Corteza	3,12 ^a	2,75 ^b
Sabor	4,12 ^a	3,82 ^a
Textura	3,36 ^a	3,26 ^a
Aceptabilidad	4,35 ^a	4,10 ^a

Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Valores con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de rango múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$)

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

MUESTRA DE MEZCLA DE HARINA: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional sin mejoradores

TABLA A-26: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Apariencia del pan

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	5,0625	1	5,0625	14,01	0,0003
B: CATADORES	0,1225	1	0,1225	0,34	0,5618
RESIDUAL	35,0625	97	0,361469		
TOTAL (CORRECTED)	40,2475	99			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-27: Análisis Estadístico: Prueba de Diferenciación de Duncan para Apariencia del Pan

Method: 95,0 percent Duncan			
TRATAMIENTOS	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2	50	3,78	b
1	50	4,23	a

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

TABLA A-28 Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Color de la Corteza del Pan

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	3,4225	1	3,4225	24,12	0,0000
B: CATADORES	11,4525	49	0,233724	1,65	0,0419
RESIDUAL	6,9525	49	0,141888		
TOTAL (CORRECTED)	21,8275	99			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-29: Análisis Estadístico: Prueba de Diferenciación de Duncan para Color de la Corteza del Pan

Method: 95,0 percent Duncan			
TRATAMIENTOS	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2	50	2,75	b
1	50	3,12	a

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-30: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Sabor del pan

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	2,25	1	2,25	3,86	0,0522
B: CATADORES	0,16	1	0,16	0,27	0,6014
RESIDUAL	56,5	97	0,582474		
TOTAL (CORRECTED)	58,91	99			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-31: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Textura del pan

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	0,25	1	0,25	0,40	0,5305
B: CATADORES	1,44	1	1,44	2,28	0,1341
RESIDUAL	61,2	97	0,630928		
TOTAL (CORRECTED)	62,89	99			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-32: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Aceptabilidad del pan

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	1,5625	1	1,5625	3,88	0,0517
B: CATADORES	0,5625	1	0,5625	1,40	0,2401
RESIDUAL	39,0625	97	0,402706		
TOTAL (CORRECTED)	41,1875	99			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TEXTURÓMETRO

TABLA A-33: Textura del pan de trigo importado y mejor tratamiento

ANALISIS		DUREZA (g)	TRABAJO DUREZA TERMINADO (mJ)	DEFORMACIÓN RECUPERABLE (mm)
PAN DE TRIGO IMPORTADO	Día 1 (24horas)	894,50 ^a	46,30 ^a	6,50 ^a
	Día 2 (48horas)	1099,00 ^a	52,40 ^a	7,20 ^a
	Día 3 (72horas)	1324,50 ^a	64,70 ^a	5,60 ^a
PAN MEJOR TRATAMIENTO	Día 1 (24horas)	712,50 ^a	39,30 ^a	7,10 ^a
	Día 2 (48horas)	1015,50 ^a	55,70 ^a	5,70 ^a
	Día 3 (72horas)	1021,00 ^a	48,30 ^a	5,10 ^a

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm estearil lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

TABLA A-34: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Dureza

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	53960,2	1	53960,2	8,89	0,0965
B: REPLICAS	142717,0	2	71358,3	11,75	0,0784
RESIDUAL	12144,1	2	6072,04		
TOTAL (CORRECTED)	208821,0	5			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-35: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Trabajo Dureza Terminado

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	67,335	1	67,335	1,39	0,3601
B: REPLICAS	213,503	2	106,752	2,20	0,3126
RESIDUAL	97,09	2	48,545		
TOTAL (CORRECTED)	377,928	5			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

TABLA A-36: Análisis Estadístico: Análisis de Varianza para Deformación Recuperable

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: TRATAMIENTOS	415,002	1	415,002	1,01	0,4216
B: REPLICAS	905,17	2	452,585	1,10	0,4769
RESIDUAL	825,323	2	412,662		
TOTAL (CORRECTED)	2145,49	5			

Fuente: Statgraphics Plus 4.0.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

Significancia $\alpha = 0,05$

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

TABLA A-37: Contenido de microorganismos presentes en el pan proveniente del mejor tratamiento

ANÁLISIS	Primer Recuento	Segundo Recuento	Tercer Recuento	LIMITES EXPRESADOS UFC/g*
Recuento total de mesófilos aerobios (UFC/ g pan)	34×10^1	52×10^1	26×10^1	1×10^5
Hongos y levaduras (UFC/ g pan)	4×10^1	7×10^1	46×10^0	5×10^2
Coliformes totales (UFC/ g pan)	$< 1 \times 10^1$	$< 1 \times 10^1$	$< 1 \times 10^1$	$< 1 \times 10^1$ (ausencia)

Fuente: Proyecto PHPPF 2011. *Calaveras J., 1996.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

ANÁLISIS QUÍMICO Y NUTRICIONAL

TABLA A-38: Análisis proximal en las muestras de pan de trigo nacional y trigo importado, porcentaje en base seca.

COMPONENTES	PAN DE TRIGO IMPORTADO	PAN MEJOR TRATAMIENTO
Humedad (%)	6,59	5,54
Cenizas (%)	2,09	2,35
Fibra (%)	1,41	1,87
Proteína (%)	12,17	10,97
Grasa (%)	12,59	13,30
Carbohidratos	71,74	71,51
KCal	448,95	449,62

Fuente: I.N.I.A.P.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

TABLA A-39: Análisis del contenido de minerales en las muestras de pan de trigo nacional y trigo importado

MINERALES		PAN DE TRIGO IMPORTADO	PAN MEJOR TRATAMIENTO
Calcio (Ca)	%	0,02	0,02
Fosforo (P)		0,33	0,38
Magnesio (Mg)		0,03	0,04
Potasio (K)		0,20	0,22
Sodio (Na)		0,67	0,74
Cobre (Cu)	ppm	4,00	6,00
Hierro (Fe)		74,00	47,00
Manganeso (Mn)		9,00	8,00
Zinc (Zn)		37,00	41,00

Fuente: I.N.I.A.P.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm estearil lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

TABLA A-40: Análisis de la composición de aminoácidos en g /100 g de pan

% AMINOÁCIDOS	PAN DE TRIGO IMPORTADO	PAN MEJOR TRATAMIENTO
Ácido aspártico	0,59	0,59
Treonina	0,37	0,35
Serina	0,65	0,57
Ácido glutámico	5,24	4,75
Prolina	1,43	1,17
Glicina	0,57	0,50
Alanina	0,47	0,41
Cistina	0,31	0,19
Valina	0,68	0,59
Metionina	0,24	0,20
Isoleucina	0,46	0,43
Leucina	0,92	0,85
Tirosina	0,47	0,44
Fenilalanina	0,72	0,67
Histidina	0,35	0,32
Lisina	0,28	0,28
Arginina	0,89	0,91
Triptófano	0,09	0,08
Proteína	14,73	13,30

Fuente: I.N.I.A.P.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2010.

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

TABLA A-41: Comparación de los aminoácidos esenciales en panes con el Patrón para niños > 1 año y adultos

PATRÓN DE AMINOÁCIDOS PARA NIÑOS > 1 AÑO Y ADULTOS*		PAN DE TRIGO IMPORTADO	PAN MEJOR TRATAMIENTO
Histidina	1,80	2,38	2,41
Isoleucina	2,50	3,12	3,23
Leucina	5,50	6,25	6,39
Lisina	5,10	1,90	2,11
Metionina+Cistina	2,50	3,73	2,93
Fenilalanina+Tirosina	4,70	8,08	8,35
Treonina	2,70	2,51	2,63
Valina	3,20	4,62	4,44
Triptófano	0,70	0,61	0,60

Fuente: Institute of Medicine National Academy of Science. Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm estearil lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

TABLA A-42: Computo químico de los aminoácidos esenciales de los panes con el Patrón para niños > 1 año y adultos

PATRÓN DE AMINOÁCIDOS PARA NIÑOS > 1 AÑO Y ADULTOS*		PAN DE TRIGO IMPORTADO	PAN MEJOR TRATAMIENTO
Histidina	1,80	132,01	133,67
Isoleucina	2,50	124,92	129,32
Leucina	5,50	113,56	116,20
Lisina	5,10	37,27 **	41,28 **
Metionina+Cistina	2,50	149,36	117,29
Fenilalanina+Tirosina	4,70	171,89	177,57
Treonina	2,70	93,03 ***	97,47 ***
Valina	3,20	144,26	138,63
Triptófano	0,70	87,29 ***	85,93 ***

Fuente: Institute of Medicine, National Academy of Science. Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

** : Aminoácido Limitante; *** : Aminoácido Deficitario

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

BALANCE DE COSTOS

TABLA A-43: Materiales Directos e Indirectos

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Harina de trigo Importado	Kg	40,0000	0,350	14,00000
Harina de trigo nacional	Kg	60,0000	0,320	19,20000
Hemicelulasas	Kg	0,0040	0,014	0,00005
Gluco-oxidasa	Kg	0,0046	0,032	0,00015
Est. lactilato de sodio	Kg	0,0100	0,004	0,00004
Azodicarbonamida	Kg	0,0030	0,004	0,00001
Ácido ascórbico	Kg	0,0080	0,020	0,00016
Manteca	Kg	15,0000	1,533	23,00000
Azúcar	Kg	10,0000	0,425	4,25000
Sal	Kg	2,0000	0,140	0,28000
Levadura	Kg	4,0000	4,000	16,00000
Agua	Kg	57,0000	0,200	11,40000
			TOTAL (\$)	88,1300

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

TABLA A-44: Equipos y Utensilios

EQUIPO	COSTO (\$)	VIDA ÚTIL (AÑOS)	COSTO ANUAL	COSTO DÍA	COSTO HORA	HORAS DE USO	COSTO USO (\$)
Balanza analítica	350,00	10	35,00	0,14	0,02	0,84	0,02
Bascula	600,00	10	60,00	0,24	0,03	0,84	0,03
Amasadoras	4200,00	10	420,00	1,68	0,21	0,67	0,14
Cámara de fermentación	7500,00	10	750,00	3,00	0,37	2,50	0,94
Horno giratorio	6600,00	10	660,00	2,64	0,33	0,84	0,28
Mesa acero inoxidable	850,00	10	85,00	0,34	0,04	1,51	0,06
Utensilios	150,00	5	30,00	0,12	0,01	0,50	0,01
						TOTAL (\$)	1,47

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

TABLA A-45: Suministros

SERVICIO	UNIDAD	CONSUMO	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Agua	m ³	57,00	0,20	11,40
Luz	Kw-h	9,70	0,16	1,55
Gas	Kg	2,00	0,10	0,20
			TOTAL (\$)	13,15

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

TABLA A-46: Personal

HOMBRES	SUELDO	COSTO DÍA (\$)	COSTO HORA (\$)	HORAS UTILIZADAS	TOTAL (\$)
1	368,31	18,42	2,30	3,50	8,10
1	368,31	18,42	2,30	3,50	8,10
				TOTAL (\$)	16,21

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

TABLA A-47: Costo De Producción

CAPITAL DE TRABAJO	MONTO
1. Materiales Directos e Indirectos	88,13
2. Equipos	1,47
3. Suministros	13,15
4. Personal	16,21
TOTAL (\$)	118,96
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (panes de 60 gramos)	3133,80
COSTO UNITARIO (gr)	\$0,04
PRECIO DE VENTA (costo unitario + 20% utilidad)	0,05

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

TABLA A-48: Rol de Pagos

PROVISIONES DE LEY	VALOR (\$)
Sueldo básico unificado	264,00
Décimo Tercero	264,00
Décimo Cuarto	264,00
Vacaciones	132,00
Fondos de reserva	263,88
Aporte al IESS	296,21
Aporte al SECAP	15,84
Aporte al IECE	15,84
Total (\$)	1251,77
Sueldo Mensual	368,31

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

VERIFICACION DE LA HIPÓTESIS

TABLA A-49: Valores de Fisher (F) obtenidos en el Diseño Experimental

Parámetro	Valor F calculado	Nivel de Significancia
Tiempo de desarrollo	Factor A: 0,4905 Factor B: 0,9627 Factor C: 0,4368	0.05
Estabilidad	Factor A: 0,7125 Factor B: 0,3239 Factor C: 0,2109	
Índice de Tolerancia	Factor A: 0,6998 Factor B: 0,3195 Factor C: 0,8633	
Amasado	Factor A: 0,5165 Factor B: 0,5165 Factor C: 0,5165	
Gluten	Factor A: 0,3506 Factor B: 0,0199 Factor C: 0,0199	
Viscosidad	Factor A: 0,5983 Factor B: 0,1419 Factor C: 0,5983	
Amilasas	Factor A: 0,1036 Factor B: 0,3807 Factor C: 1,0000	
Retrogradación	Factor A: 1,0000 Factor B: 1,0000 Factor C: 0,2275	

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

RESULTADOS DE LAS RÉPLICAS

FARINOGRAFÍA

TABLA A-50: Análisis Farinográficos de los Tratamientos Con 1 Réplica

MUESTRA	Humedad %	Absorción de agua %		Tiempo de desarrollo (minutos)		Estabilidad (minutos)		Índice de tolerancia (UB)	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a0b0c0	12,896	68,4	68,3	2,5	2,5	8,4	8,8	30	27
a0b0c1	12,708	68,8	68,8	2,3	3,1	7,7	8,5	32	30
a0b1c0	12,703	68,6	68,6	2,5	3,5	7,5	7,3	35	40
a0b1c1	12,526	68,4	68,4	3,0	3,0	8,8	9,4	35	20
a1b0c0	12,612	68,6	68,8	3,3	2,0	6,8	8,4	60	19
a1b0c1	12,929	68,8	68,8	3,0	2,9	8,5	7,7	30	36
a1b1c0	12,713	68,6	68,6	2,5	2,0	8,9	8,4	15	18
a1b1c1	12,721	69,2	69,2	2,8	2,4	8,4	8,3	25	28

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

MIXOLAB

TABLA A-51: Análisis en el Mixolab en los Tratamientos con 1 Réplica

Muestra	Absorción de agua		Amasado		Gluten		Viscosidad		Amilasas		Retrogradación	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a0b0c0	9	9	5	4	6	6	3	3	3	3	3	3
a0b0c1	9	9	4	4	5	6	3	3	3	3	3	3
a0b1c0	9	9	4	4	6	6	4	4	3	3	3	3
a0b1c1	9	9	4	3	6	6	4	4	3	2	2	3
a1b0c0	9	9	4	3	6	6	4	4	2	3	3	3
a1b0c1	9	9	4	4	5	5	3	4	2	3	3	2
a1b1c0	9	9	4	4	6	6	4	3	2	2	3	3
a1b1c1	9	9	4	4	6	6	4	3	3	2	3	3

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

CARACTERIZACIÓN DEL PAN

TABLA A-52: Determinación de: Peso, Volumen, Diámetro y Altura en la Muestra de Pan de Trigo Importado

Muestra	PESO (gr)		VOLUMEN (cm ³)		DIAMETRO (cm)		ALTURA (cm)	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	37	36	200	235	7,98	8,04	4,85	5,04
2	37	36	200	220	8,50	7,36	4,50	4,86
3	37	38	190	235	8,00	8,12	4,57	4,74
4	37	37	195	200	8,33	7,74	4,41	4,34
5	37	37	190	220	8,08	7,80	4,50	4,86
6	36	38	190	230	8,26	7,70	4,85	5,14
7	37	38	195	230	8,44	7,86	4,50	4,86
8	37	36	190	225	8,17	7,96	4,53	4,70
9	37	36	190	230	8,23	8,08	4,52	5,24
10	37	37	190	230	8,24	7,60	4,63	5,28

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

TABLA A-53: Determinación de: Peso, Volumen, Diámetro y Altura en la Muestra de Pan de Mezcla de Harinas sin Mejoradores

Muestra	PESO (gr)		VOLUMEN (cm ³)		DIAMETRO (cm)		ALTURA (cm)	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	37	37	180	180	7,62	8,10	4,88	4,90
2	37	36	180	190	8,01	7,81	4,43	4,50
3	37	36	190	190	7,53	7,69	4,03	4,01
4	38	38	180	180	7,91	7,89	4,15	4,07
5	36	38	195	180	7,88	7,89	4,42	4,36
6	36	36	170	195	7,93	7,66	4,49	4,50
7	36	36	180	180	8,10	8,04	4,63	4,64
8	36	36	180	175	7,69	7,91	4,53	4,23
9	36	37	175	180	8,23	8,16	4,62	4,70
10	37	36	180	190	7,92	7,96	4,57	4,64

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

TABLA A-54: Determinación de: Peso, Volumen, Diámetro y Altura en la Muestra de Pan del Mejor Tratamiento

Muestra	PESO (gr)		VOLUMEN (cm ³)		DIAMETRO (cm)		ALTURA (cm)	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	37	35	190	240	7,94	8,40	4,94	4,56
2	36	38	195	235	7,86	8,96	5,23	4,60
3	37	37	200	225	7,95	8,20	5,18	4,62
4	37	35	200	240	7,72	8,32	5,36	4,12
5	37	35	200	250	7,78	8,86	5,04	4,56
6	37	35	190	225	7,82	8,74	5,06	4,50
7	37	35	195	240	8,13	8,52	4,96	4,44
8	37	37	200	225	7,92	8,50	5,08	4,96
9	37	36	205	225	7,78	8,78	5,36	4,41
10	37	36	200	240	7,88	8,80	5,32	4,56

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

RESULTADOS DE LA CATACIÓN

TABLA A-55: Valoración de los Atributos del Pan: Trigo Importado (720) y Mejor Tratamiento (345)

Nº	APARIENCIA				COLOR DE LA CORTEZA				SABOR				TEXTURA				ACEPTABILIDAD			
	720		345		720		345		720		345		720		345		720		345	
	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2	R 1	R 2
1	4	4	5	4	2	3	3	4	4	4	3	3	3	5	3	5	3	4	3	4
2	4	4	4	5	3	3	3	2	4	4	3	3	2	4	3	3	4	4	4	4
3	4	5	4	4	3	3	2	3	5	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4
4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	2	2	3	3	3	3	4	4	2	2
5	5	4	4	3	3	3	3	2	5	4	4	3	2	3	4	3	5	4	4	4
6	5	4	5	4	4	3	3	2	5	5	5	4	4	2	3	3	5	5	5	3
7	5	4	5	4	4	3	4	4	5	5	4	4	5	3	5	2	5	5	5	4
8	5	5	4	3	3	3	3	3	5	5	3	5	4	5	4	4	5	5	4	4
9	5	5	4	4	3	3	3	3	5	5	3	2	4	4	4	4	5	5	3	3
10	4	5	4	4	3	3	2	2	4	5	5	3	2	3	3	2	4	5	5	4
11	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	2	3	3	3	2	4	3	3	2
12	4	4	3	3	2	3	3	3	4	5	3	4	2	3	2	3	4	4	4	4
13	4	4	4	3	2	3	2	4	4	2	3	2	4	2	3	2	4	3	3	3
14	4	4	4	3	3	3	4	2	5	5	4	4	4	4	2	3	5	4	4	3
15	5	4	4	4	3	2	3	2	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
16	5	5	4	3	3	3	2	2	5	5	2	2	5	3	3	2	5	5	2	3

Continúa.....

17	4	5	4	5	4	3	3	4	5	5	5	5	3	2	3	2	5	5	5	5
18	4	5	3	3	3	4	4	2	3	4	4	4	3	2	2	4	4	4	4	3
19	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	2	2	3	2	4	4	3	3
20	4	4	4	4	3	2	2	3	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5
21	5	5	3	3	3	3	2	2	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5
22	4	4	3	3	3	3	2	3	3	3	2	5	2	1	2	4	4	4	2	5
23	4	4	2	3	3	2	2	4	3	4	2	3	3	3	1	4	3	5	2	4
24	5	5	4	4	3	3	4	2	3	1	4	5	3	2	4	3	4	4	3	5
25	5	5	4	5	3	3	2	4	5	5	4	4	4	4	4	3	5	5	4	4
26	4	5	5	5	4	3	4	4	5	5	5	3	2	4	2	2	5	5	5	3
27	5	5	3	5	2	3	3	3	5	5	5	4	3	5	2	2	5	5	3	4
28	5	4	4	4	3	3	2	3	3	5	3	4	4	5	2	5	4	5	3	4
29	3	4	4	3	3	3	2	2	3	4	4	5	3	3	4	4	3	4	4	5
30	4	4	4	4	3	3	3	3	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5
31	4	3	5	2	3	1	3	2	2	3	4	4	2	4	3	2	2	4	4	3
32	4	4	4	5	3	2	3	3	4	3	5	4	3	3	3	3	4	4	5	5
33	3	2	2	1	4	3	4	3	2	2	2	2	2	5	1	4	3	2	2	3
34	4	4	4	3	2	3	2	2	3	5	4	4	2	4	4	4	4	5	4	5
35	4	3	3	4	3	3	3	3	5	3	4	4	3	3	3	4	5	4	4	4
36	5	4	4	4	3	3	3	3	3	5	4	4	4	4	5	5	3	5	4	5
37	4	3	3	4	3	2	2	1	4	4	3	3	3	3	4	4	5	4	4	2

Continúa.....

38	5	5	4	3	3	3	4	2	5	3	3	4	3	3	3	2	5	5	4	4
39	4	4	3	4	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4
40	4	4	4	4	3	3	3	3	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5
41	5	5	4	5	2	3	1	3	5	4	4	4	1	3	2	3	5	5	5	5
42	4	4	3	4	3	3	4	3	4	5	5	5	5	3	4	4	4	5	5	5
43	4	5	5	4	2	3	3	1	5	5	4	4	4	5	1	2	5	5	4	4
44	4	4	4	4	2	3	4	3	5	3	4	5	2	2	3	4	3	2	5	4
45	4	4	5	4	2	3	3	3	4	4	5	5	2	5	3	5	4	5	5	5
46	4	4	4	4	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4
47	5	5	4	5	3	2	4	2	5	5	4	4	2	4	2	3	5	5	5	5
48	4	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4
49	4	5	3	4	3	1	2	2	4	4	3	5	3	5	2	5	5	5	3	4
50	4	5	4	4	2	3	2	2	3	5	4	4	4	5	3	4	4	5	4	4

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

TEXTURÓMETRO

TABLA A-56: Valores de los Cambios de Textura en el Pan: Trigo Importado y Mejor Tratamiento

ANALISIS		DUREZA (g)		TRABAJO DUREZA TERMINADO (mJ)		DEFORMACIÓN RECUPERABLE (mm)	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2
PAN DE TRIGO IMPORTADO	Día 1 (24horas)	631	325	8,20	3,70	1,51	1,23
	Día 2 (48horas)	782	709	8,50	8,30	1,50	1,62
	Día 3 (72horas)	996	826	13,20	9,70	1,82	1,61
PAN MEJOR TRATAMIENTO	Día 1 (24horas)	285	326	3,30	3,80	1,03	1,04
	Día 2 (48horas)	400	890	4,80	12,10	1,23	1,21
	Día 3 (72horas)	766	567	9,10	5,70	1,22	1,13

Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angelica Toaquiza 2011.

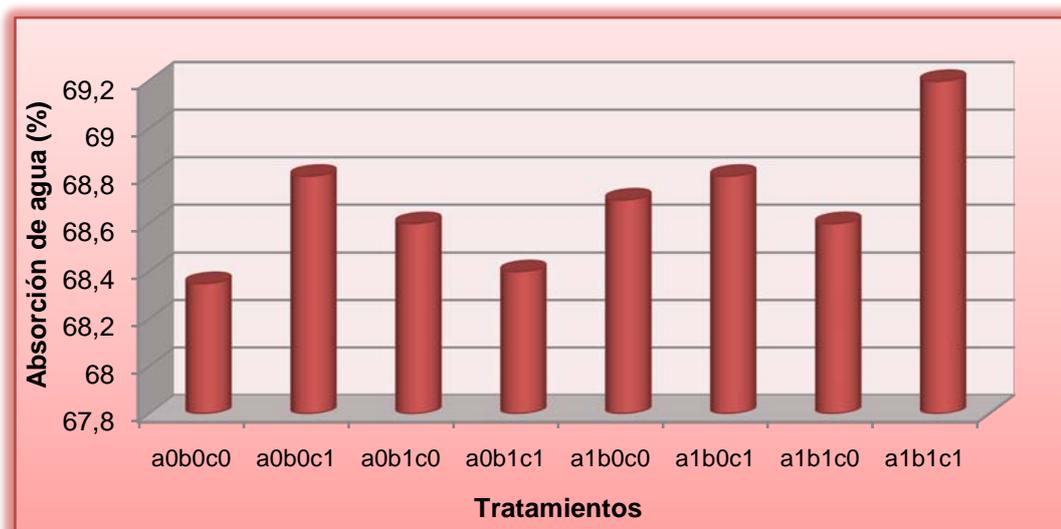
ANEXO B

GRÁFICOS

RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL ANÁLISIS

FARINOGRAFÍA

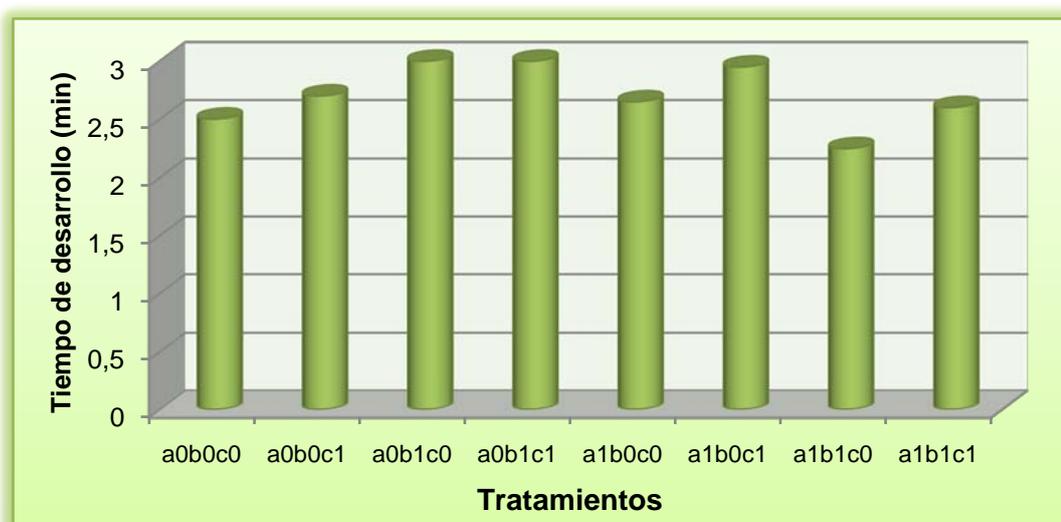
GRÁFICO B-1: Absorción de agua en los diferentes tratamientos de mezclas de harinas con mejoradores



Fuente: Proyecto PHPPF.

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

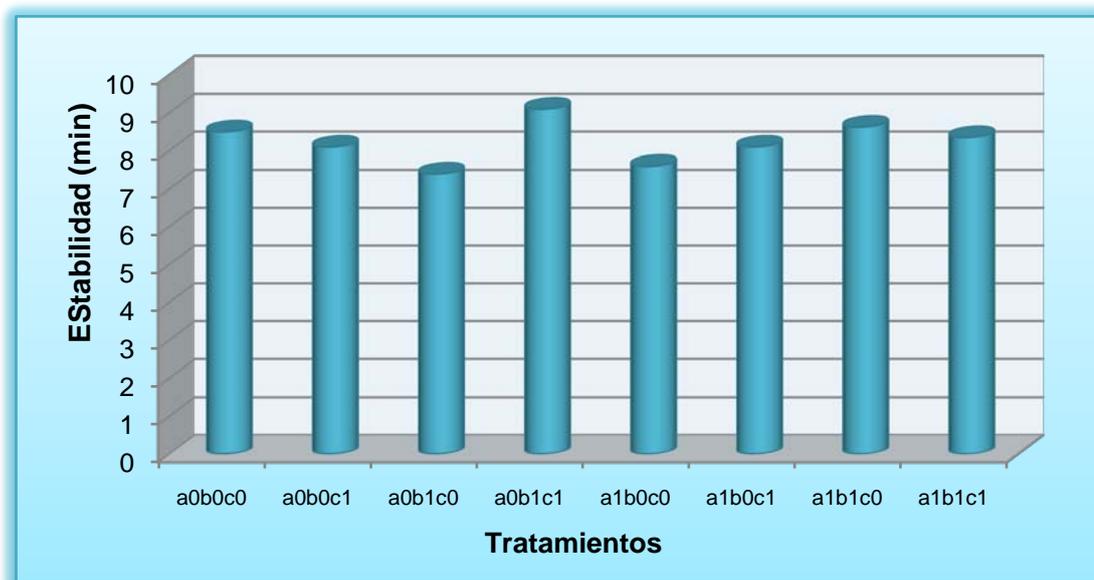
GRÁFICO B-2: Tiempo de desarrollo en los tratamientos de mezclas de harinas con mejoradores



Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

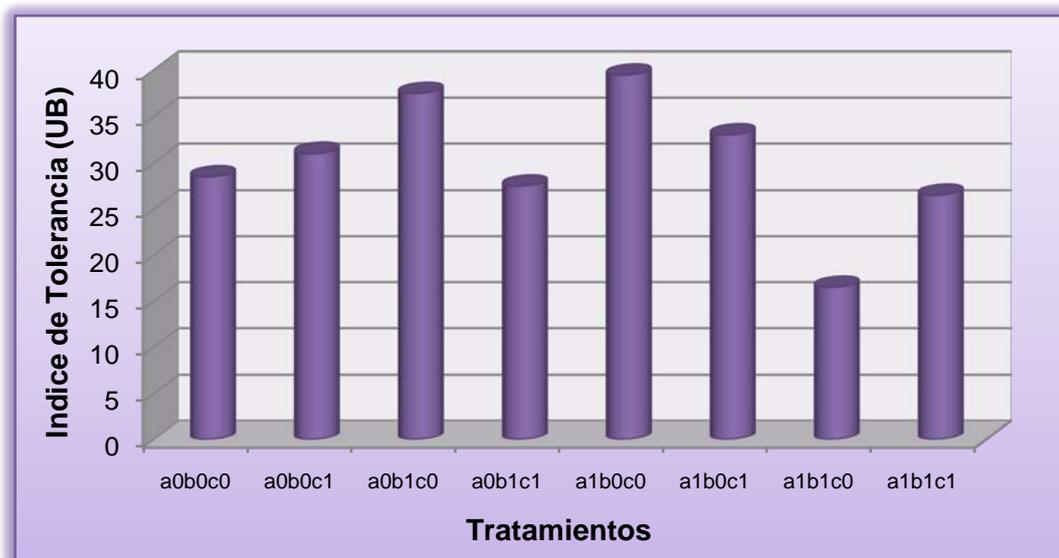
GRÁFICO B-3: Estabilidad en los tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores



Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

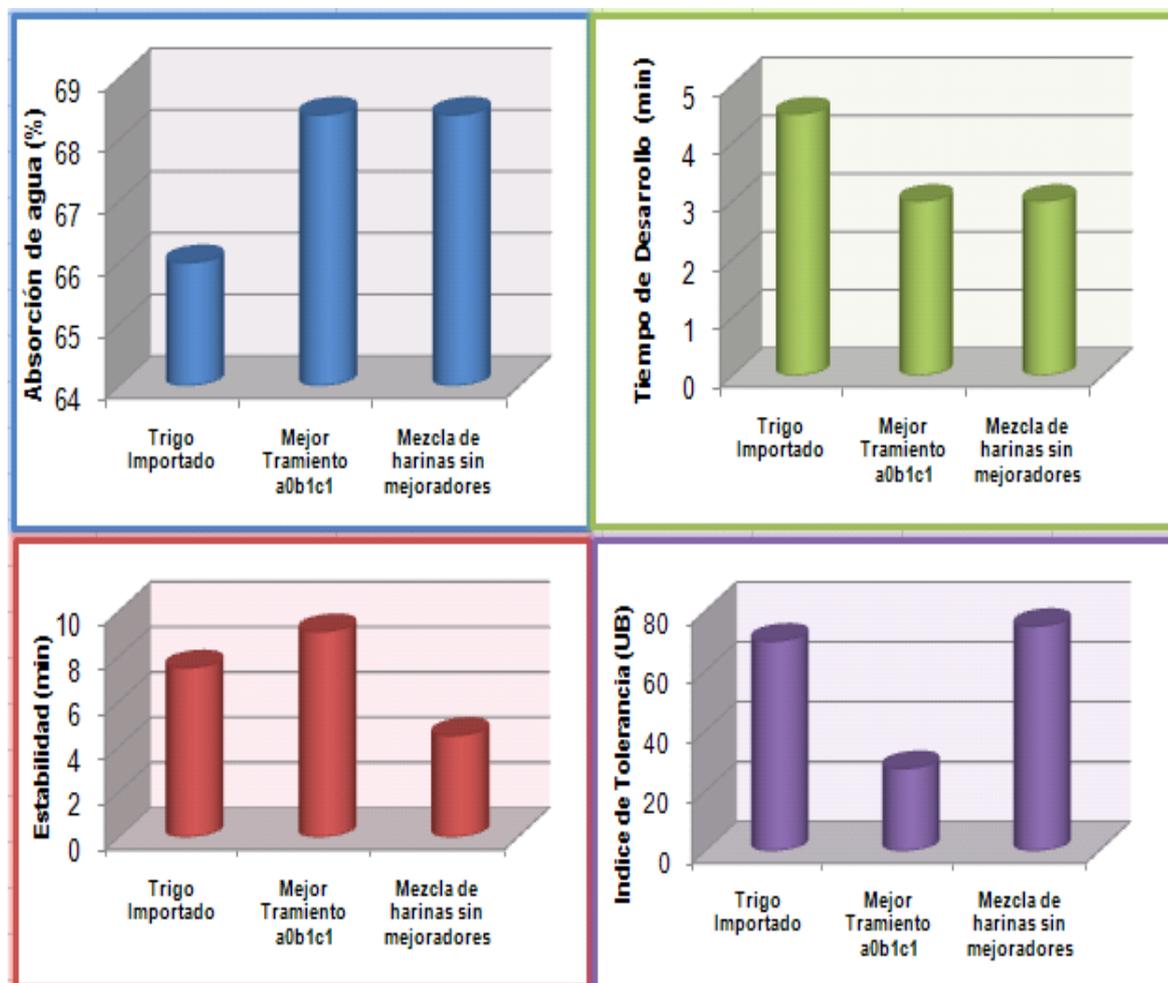
GRÁFICO B-4: Índice de Tolerancia en los tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores.



Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

GRÁFICO B-5: Comparación entre el mejor tratamiento, trigo importado y la mezcla de harina trigo importado 40% y 60 % trigo nacional (sin mejoradores)



Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

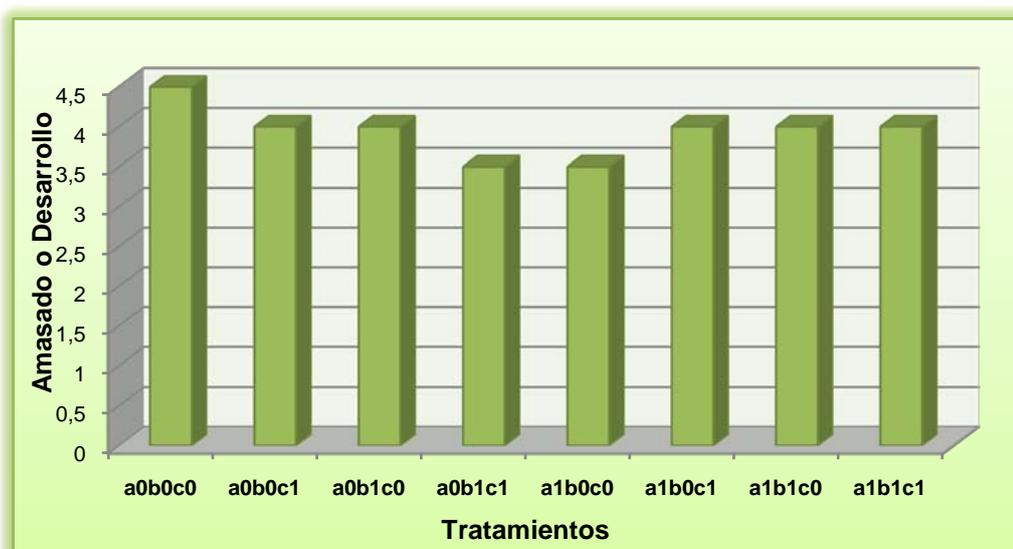
TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteaoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

MEZCLA DE HARINAS: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional sin mejoradores.

MIXOLAB

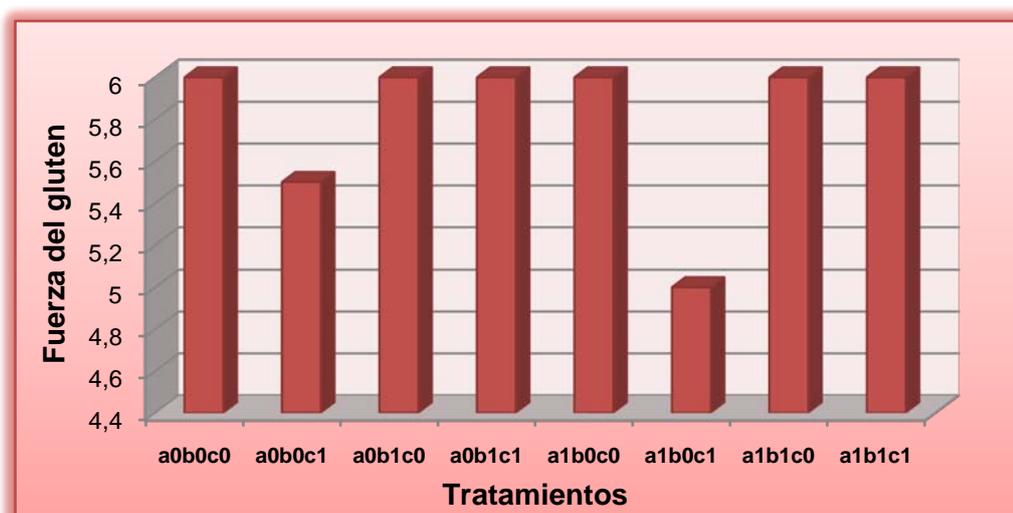
GRÁFICO B-6: Amasado o desarrollo en los tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores.



Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

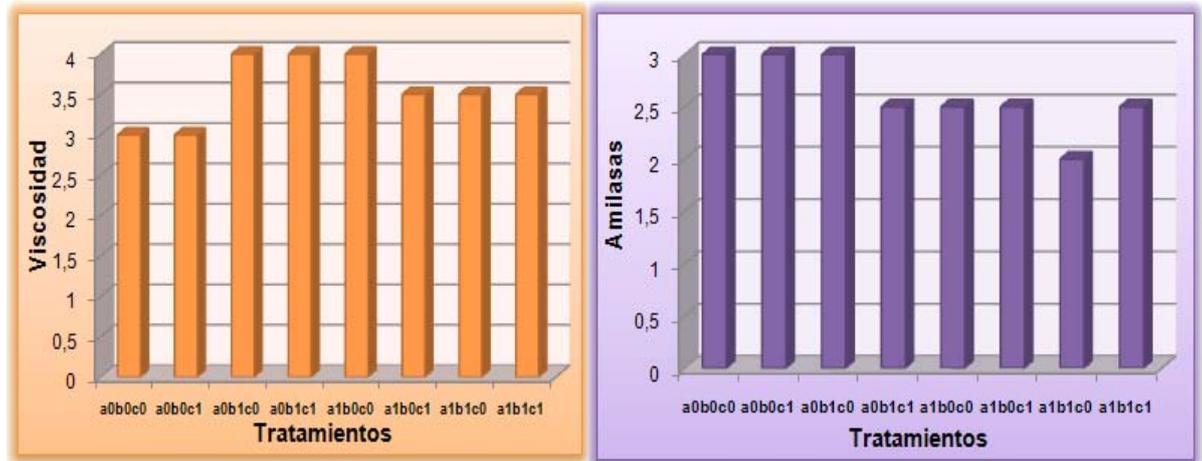
GRÁFICO B-7: Fuerza del Gluten en los tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores.



Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2010.

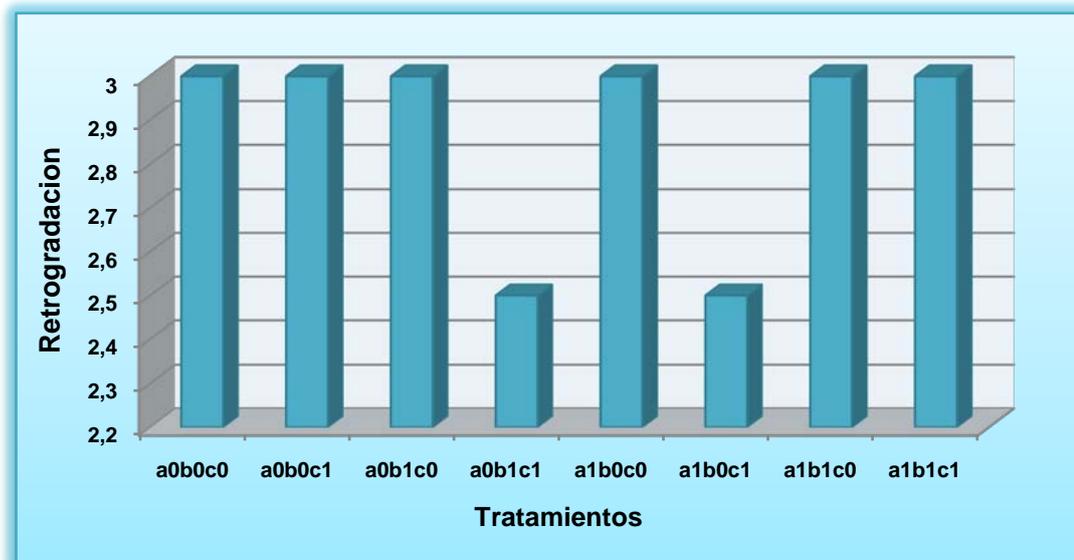
GRÁFICO B-8: Viscosidad y Amilasas en los tratamientos de mezcla de harinas con mejoradores



Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2010

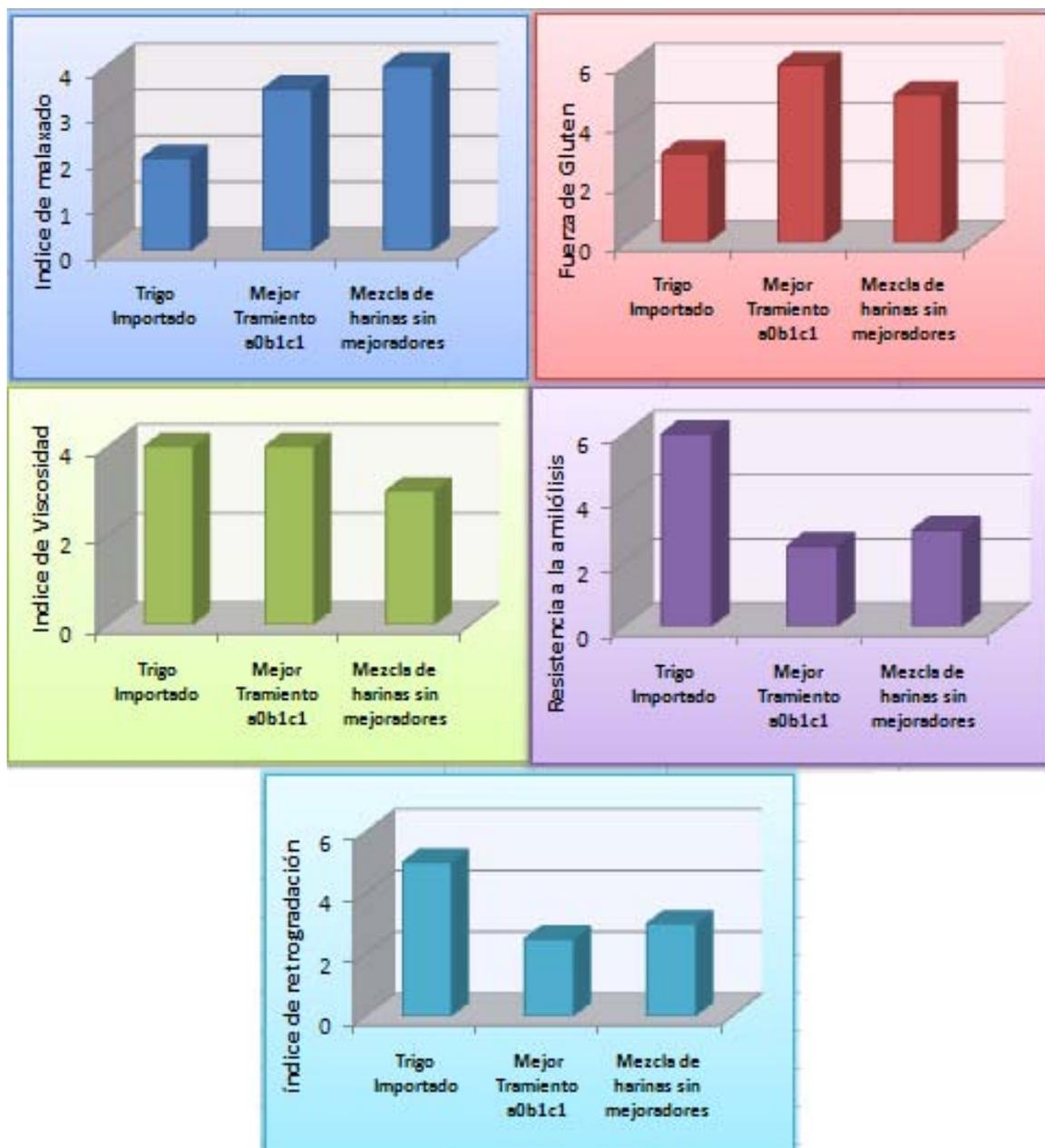
GRÁFICO B-9: Índices de retrogradación en los tratamientos de mezclas de harinas con mejoradores



Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2010.

GRÁFICO B-10: Comparación entre el mejor tratamiento y las muestras de trigo importado y muestra de mezcla de harinas sin mejoradores



Fuente: Proyecto PHPPF

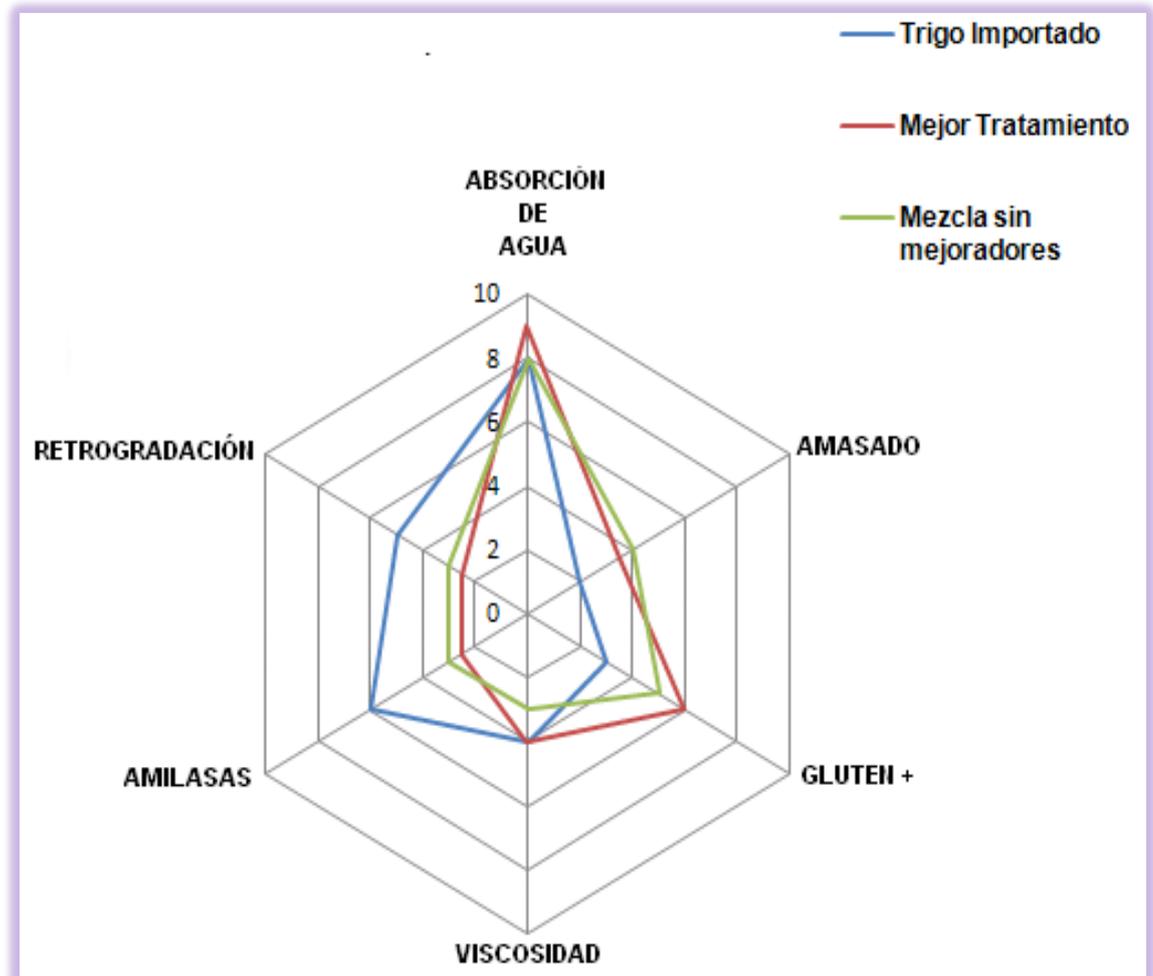
Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm estearil lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

MUESTRA DE MEZCLA DE HARINA: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional sin mejoradores

GRÁFICO B-11: Análisis entre el mejor tratamiento y las muestras de trigo importado y muestra de mezcla de harinas sin mejoradores



Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

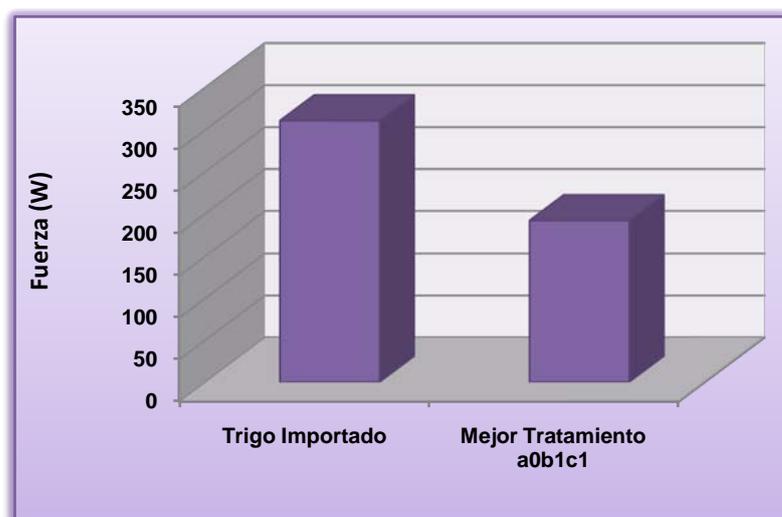
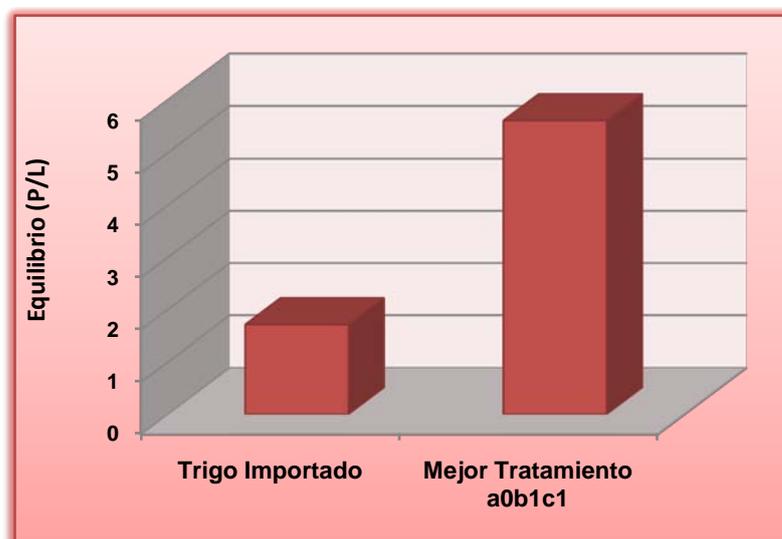
TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm estearoil lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

MUESTRA DE MEZCLA DE HARINA: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional sin mejoradores

ALVEOGRAFÍA

GRÁFICO B-12: Comparación del mejor tratamiento con la harina de trigo importado



Fuente: Proyecto PHPPF.

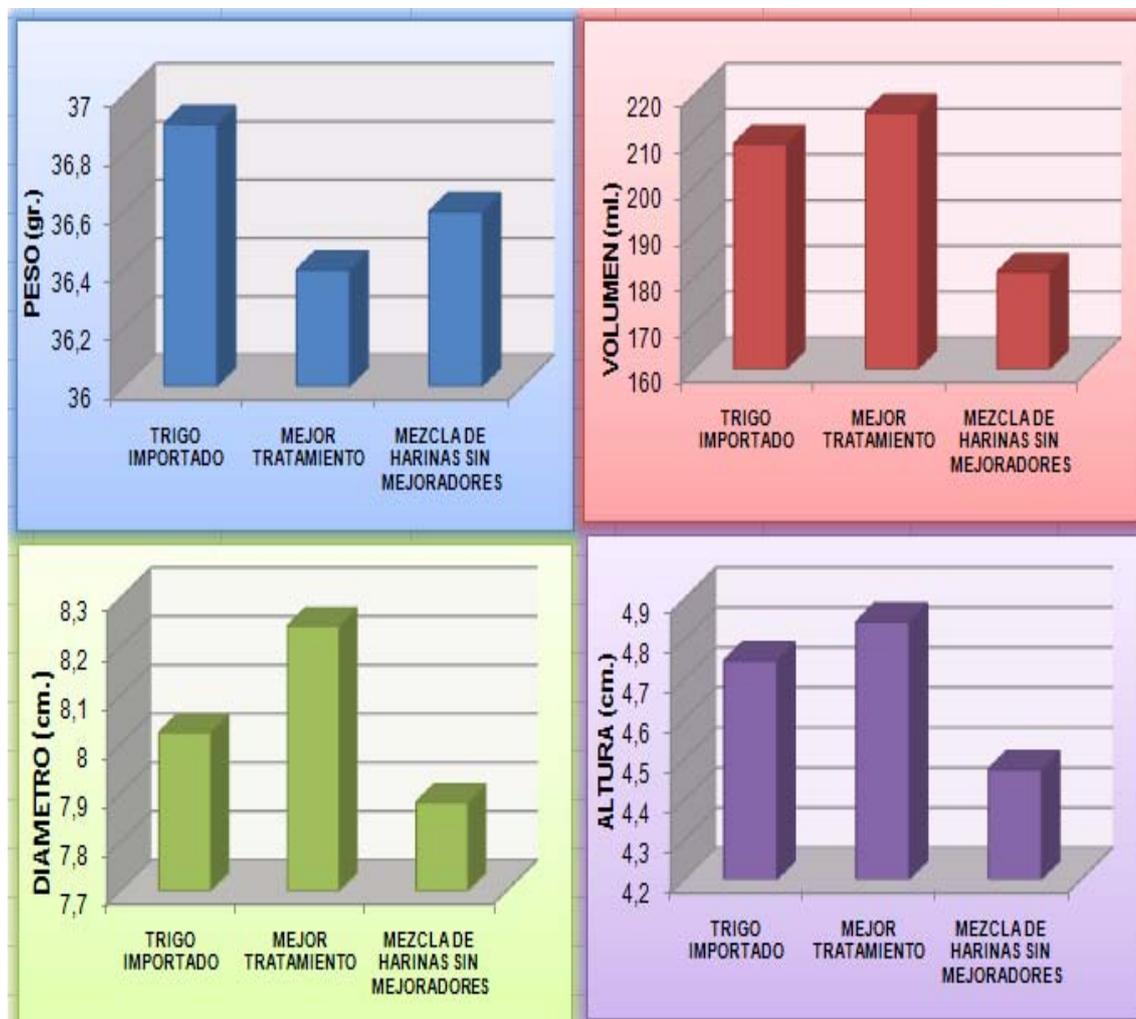
Elaborado por: Angélica Toaquiza. 2011

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm estearoil lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

CARACTERIZACIÓN DEL PAN

GRÁFICO B-13: Caracterización del pan en tres muestras



Fuente: Proyecto PHPPF

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm estearil lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

MUESTRA DE MEZCLA DE HARINA: 40% harina de trigo importado+60%harina de trigo nacional sin mejoradores

ANÁLISIS SENSORIAL

GRÁFICO B-14: Caracterización Sensorial del Pan en dos muestras



Fuente: Proyecto PHPPF

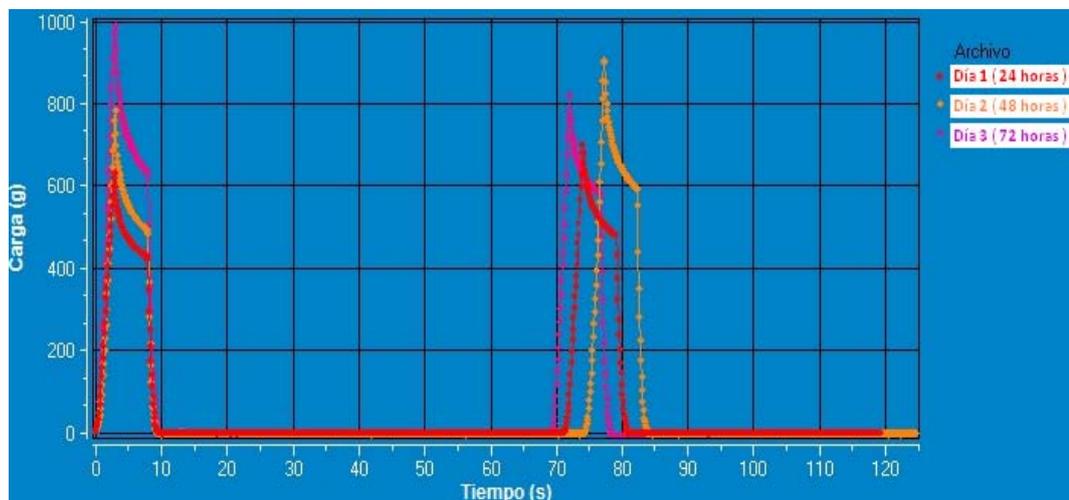
Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

TRIGO IMPORTADO: Harina de trigo Miraflores Comercial.

MEJOR TRATAMIENTO: 40% harina de trigo importado + 60%harina de trigo nacional aditivado (40ppm hemicelulasas, 100 ppm glucosa oxidasa, 100ppm esteoril lactilato de sodio, 30 ppm azodicarbonamida, 80 ppm acido ascórbico).

TEXTURÓMETRO

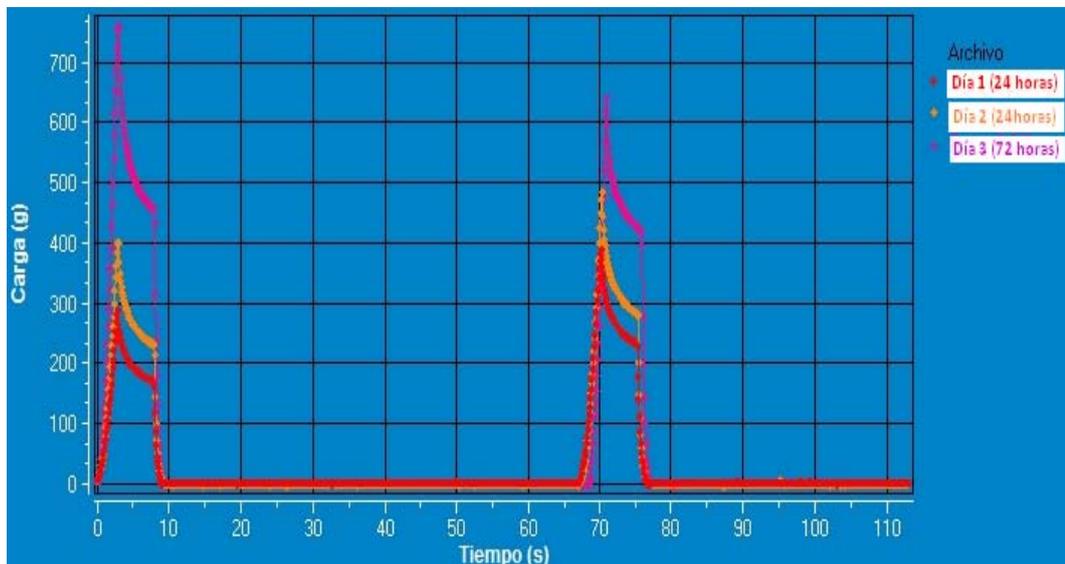
GRÁFICO B-15: Fuerza vs. Tiempo en pan trigo importado (100% trigo Miraflores comercial).



Fuente: Texturómetro de BROKFIELD

Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

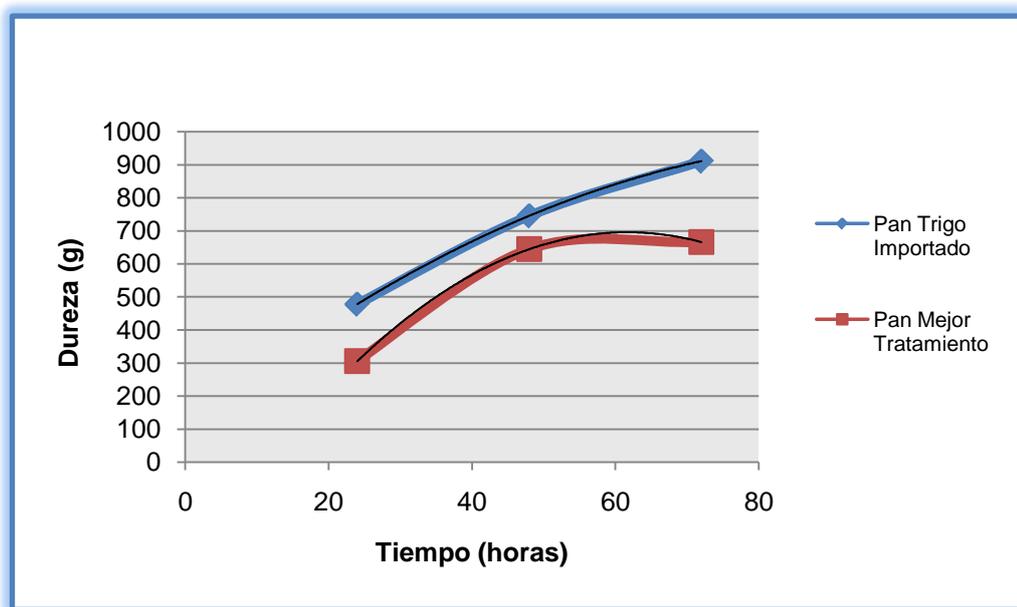
GRÁFICO B-16: Fuerza vs. Tiempo en pan mejor tratamiento (40% trigo importado+60% trigo nacional con mejoradores).



Fuente: Texturómetro de BROKFIELD

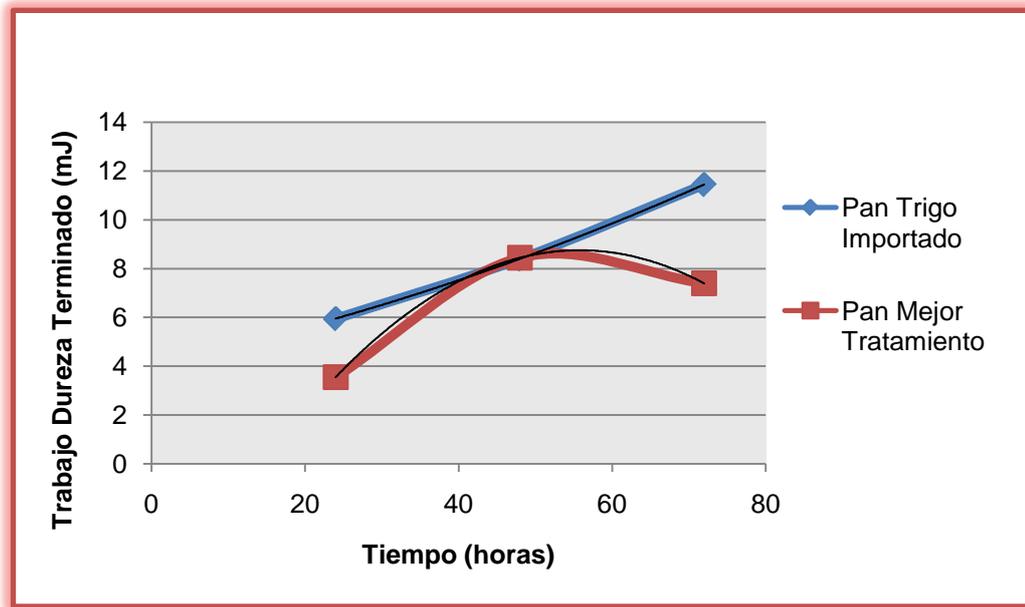
Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

GRÁFICO B-17: Dureza Vs Tiempo en Muestras de pan



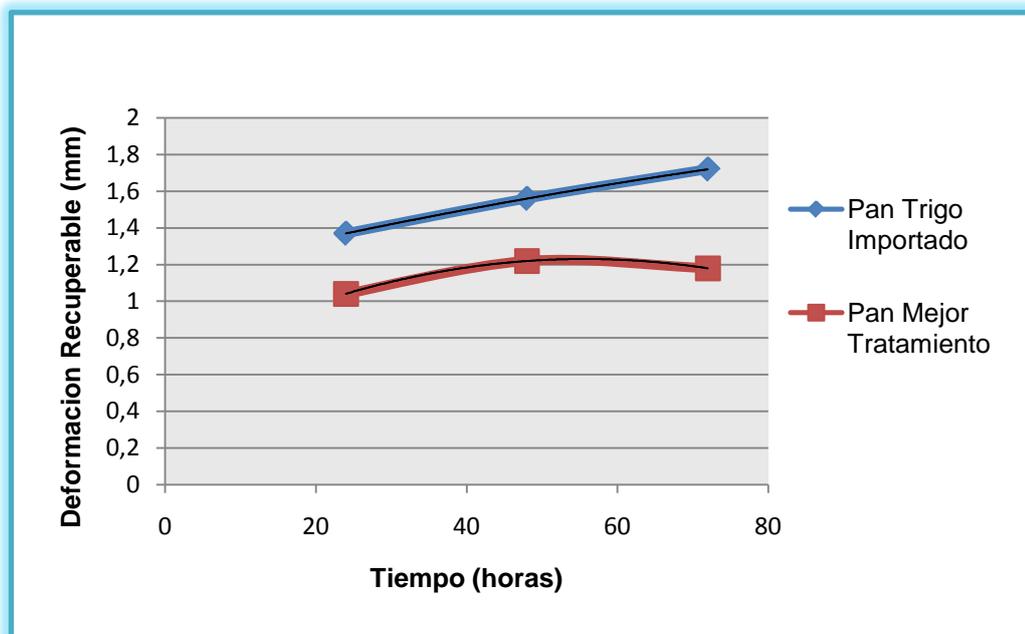
Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

GRÁFICO B-18: Trabajo Dureza Terminado Vs Tiempo en Muestras de pan



Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

GRÁFICO B-19: Deformación Recuperable Vs Tiempo de muestras de pan



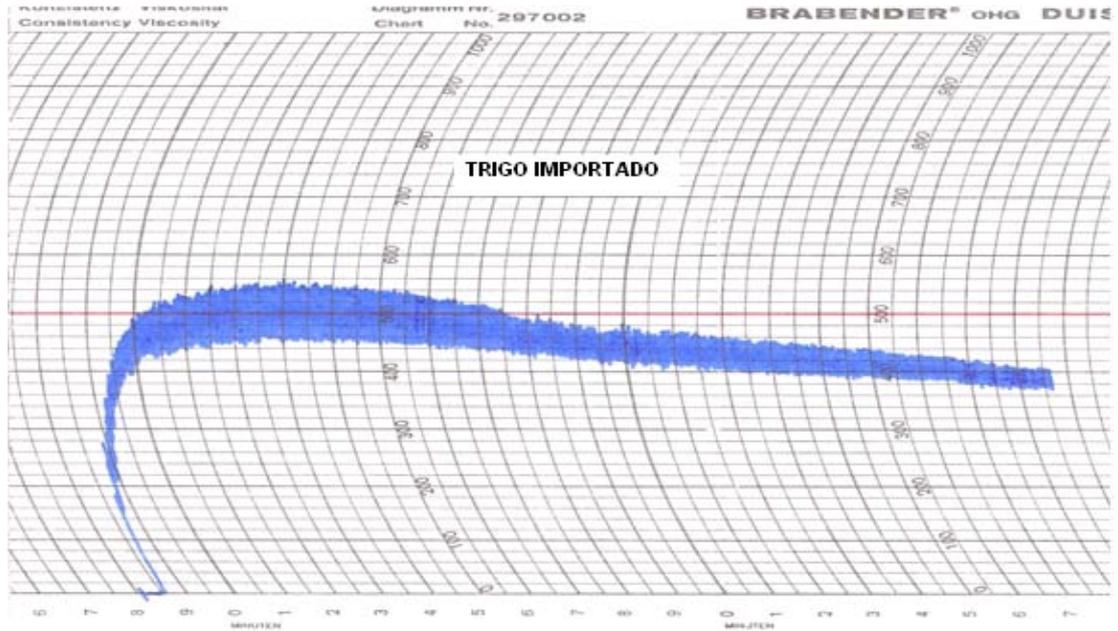
Elaborado por: Angélica Toaquiza 2011.

ANEXO C

FIGURAS

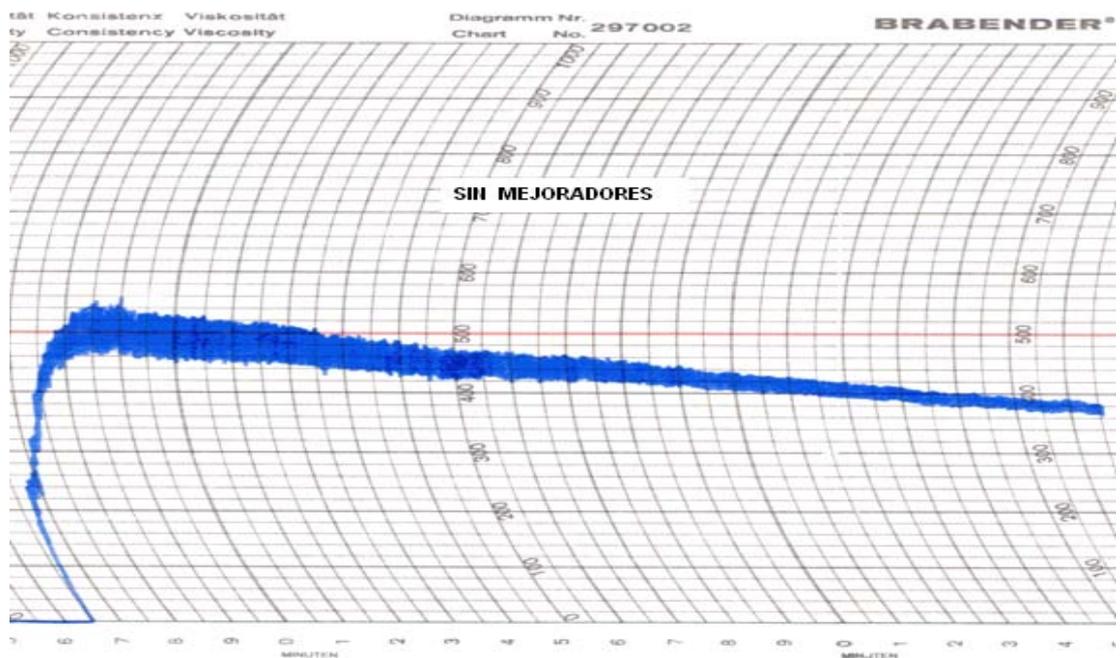
FARINOGRAMAS

FIGURA C-1: Farinograma: Harina de Trigo Importado “Miraflores Comercial” (100%)



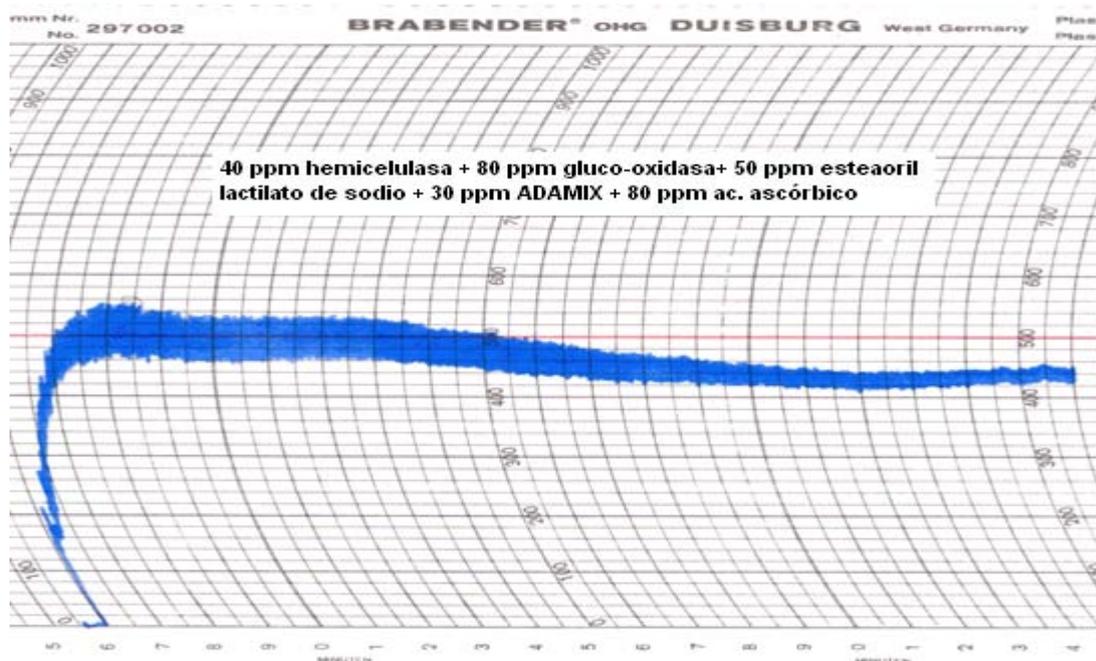
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-2: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%).



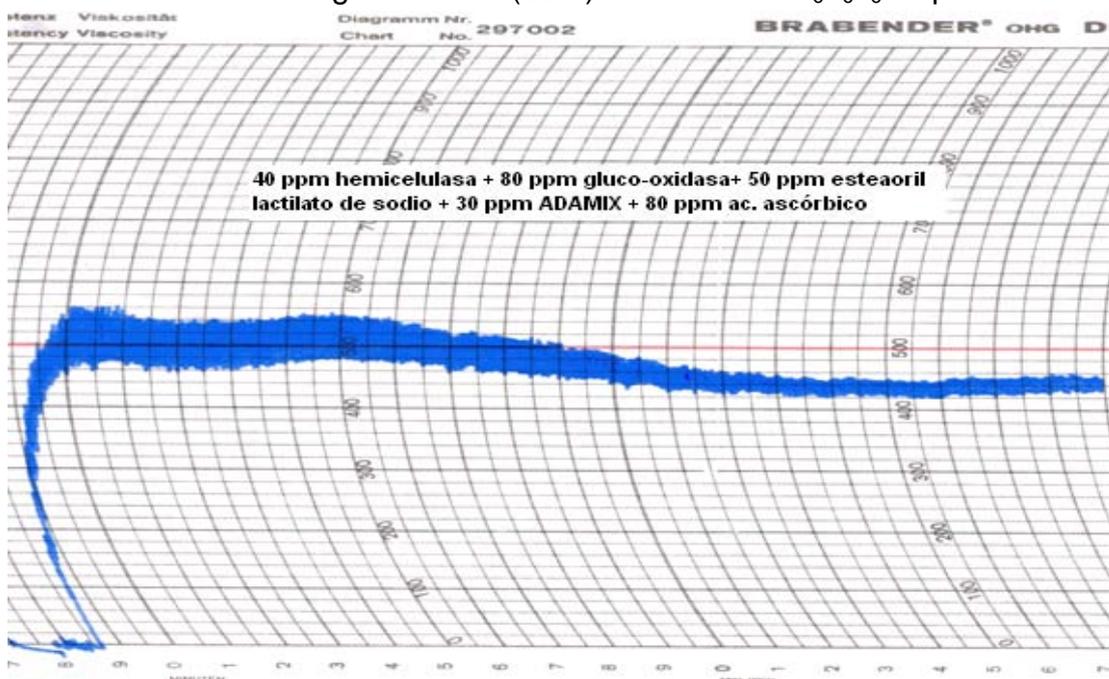
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-3: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₀c₀ Réplica 1



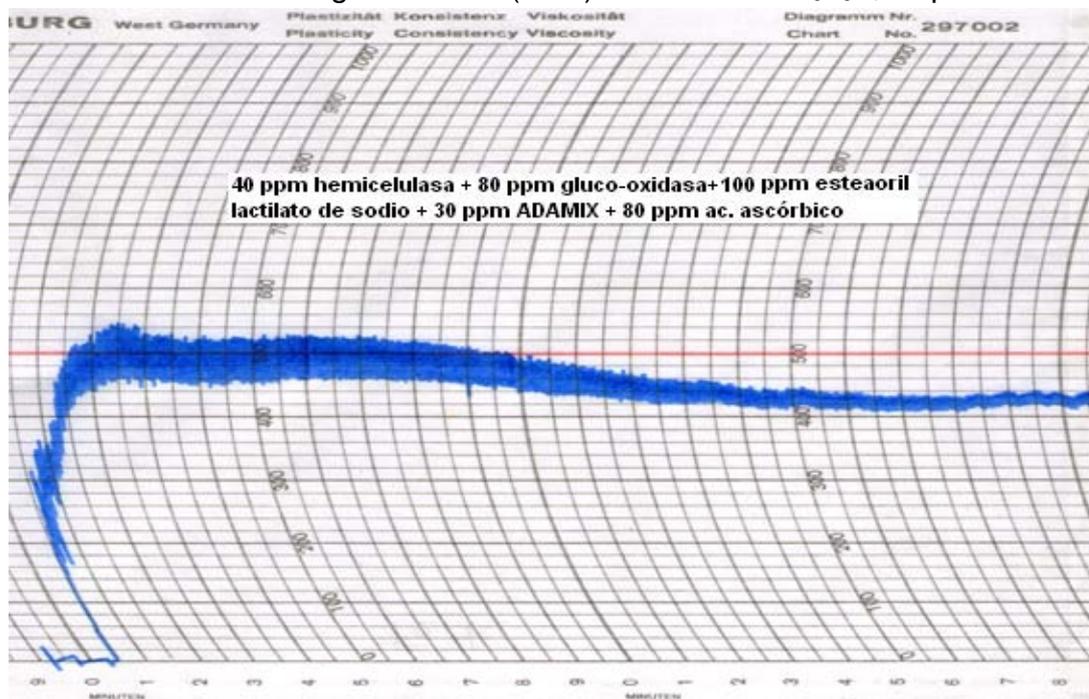
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-4: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₀c₀ Réplica 2



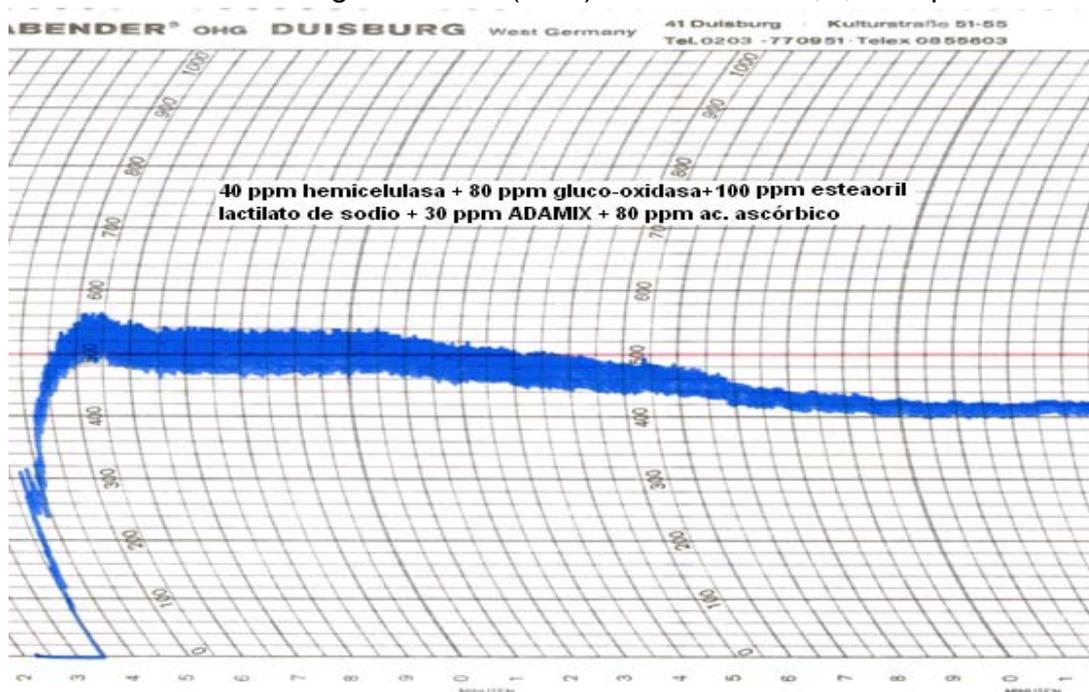
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-5: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₀c₁ Réplica 1



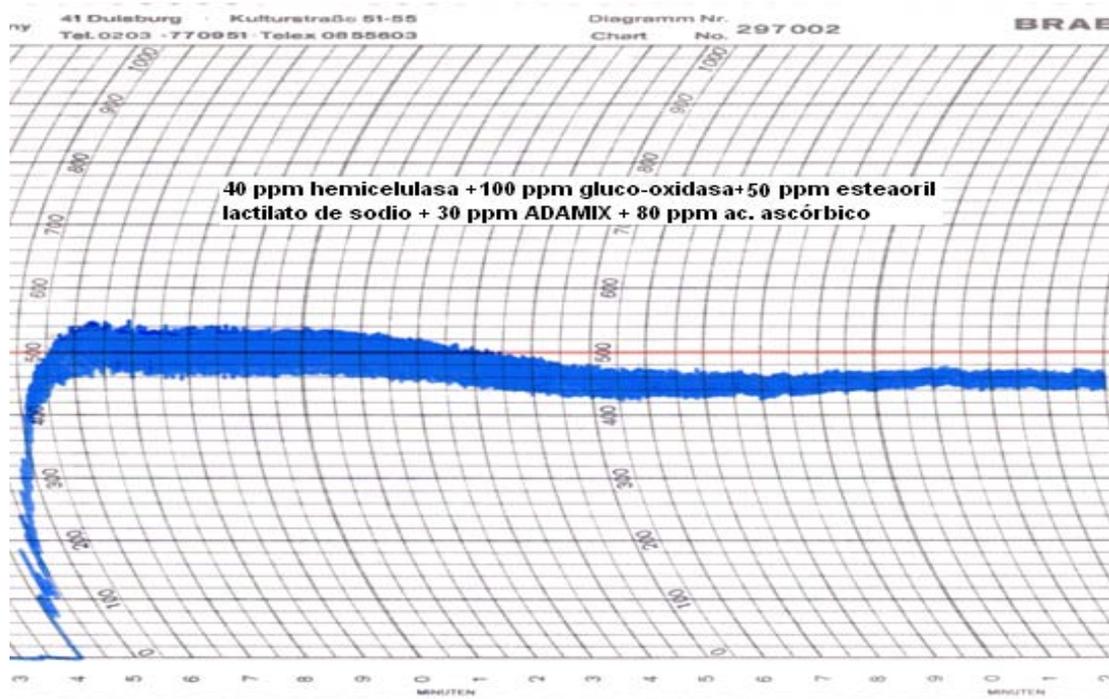
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-6: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₀c₁ Réplica 2



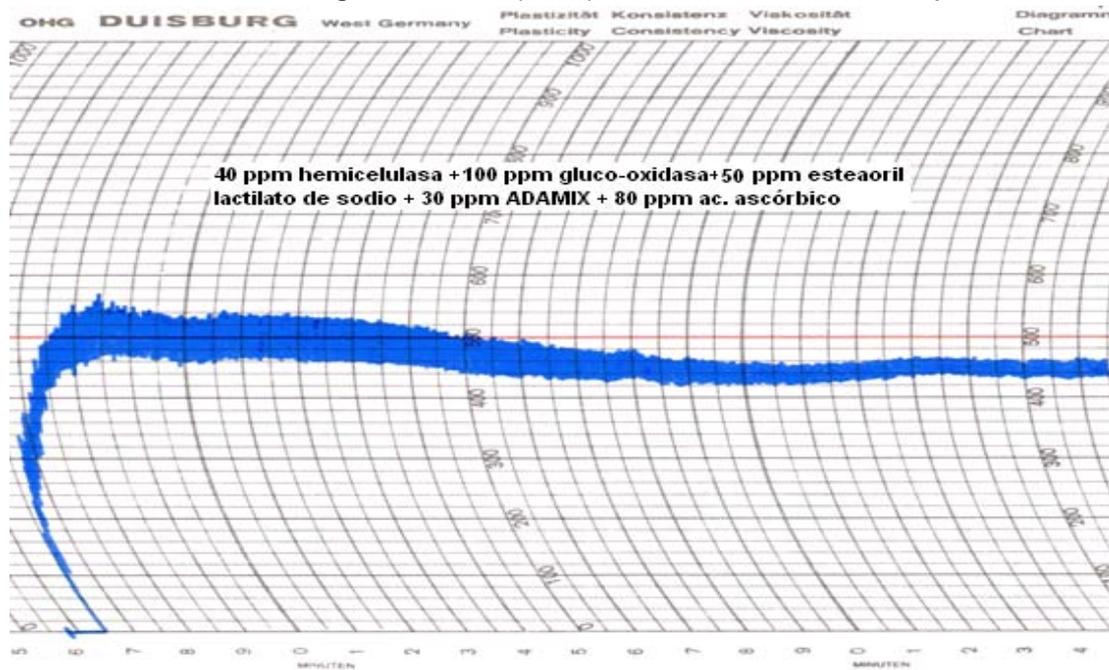
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-7: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₁c₀ Réplica 1



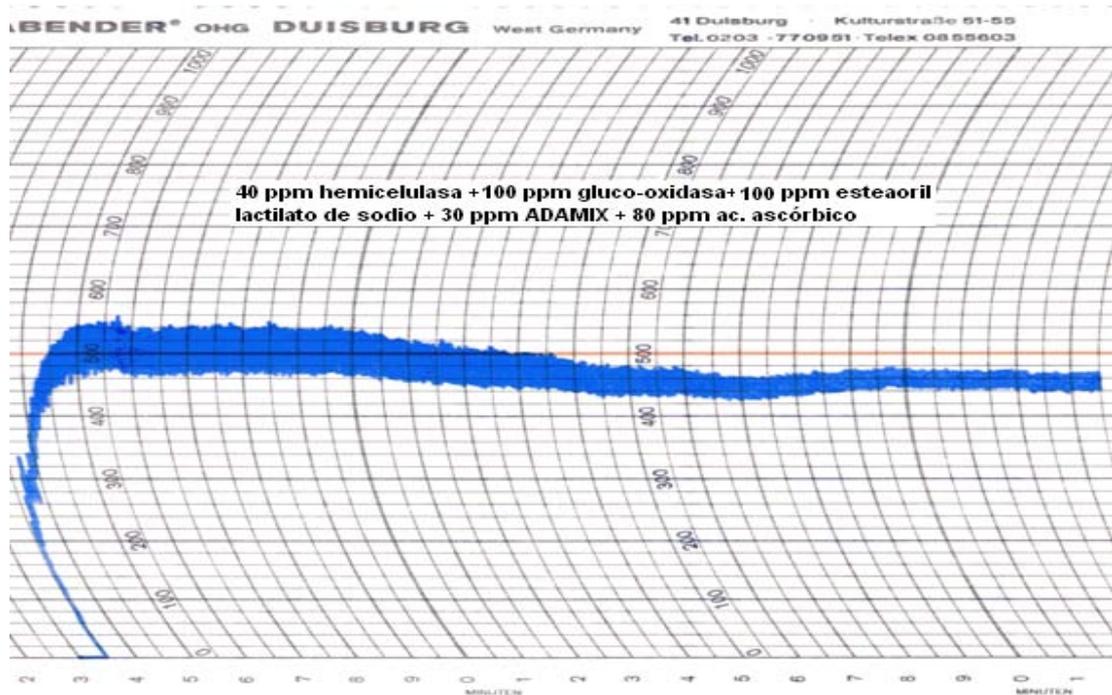
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-8: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₁c₀ Réplica 2



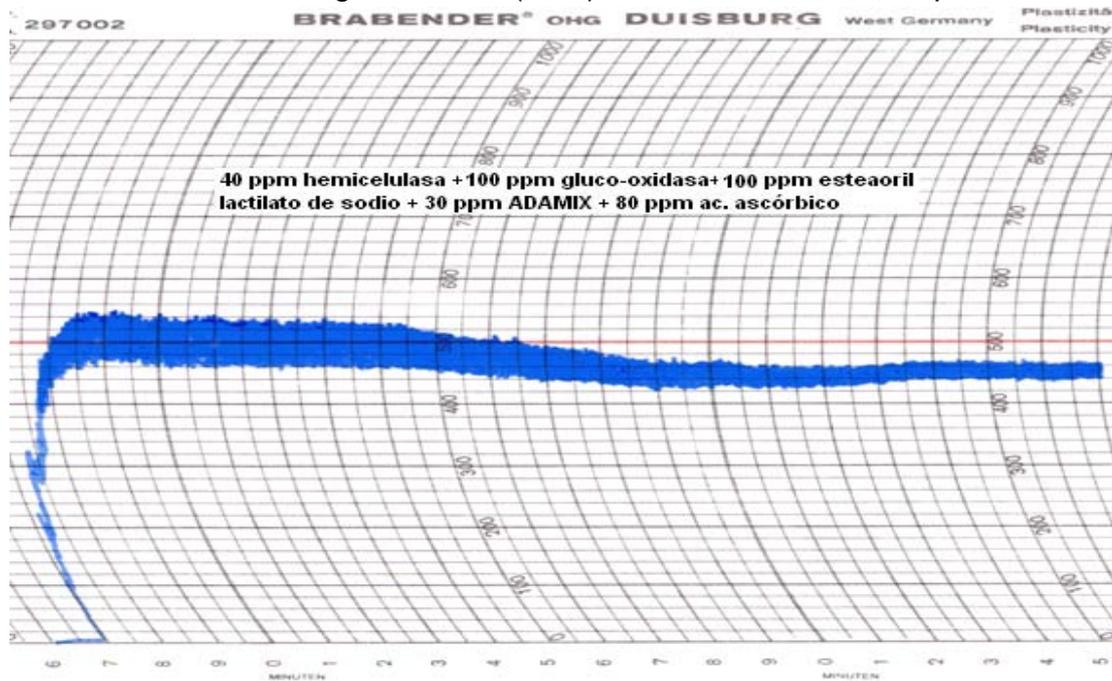
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-9: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₁c₁ Réplica 1



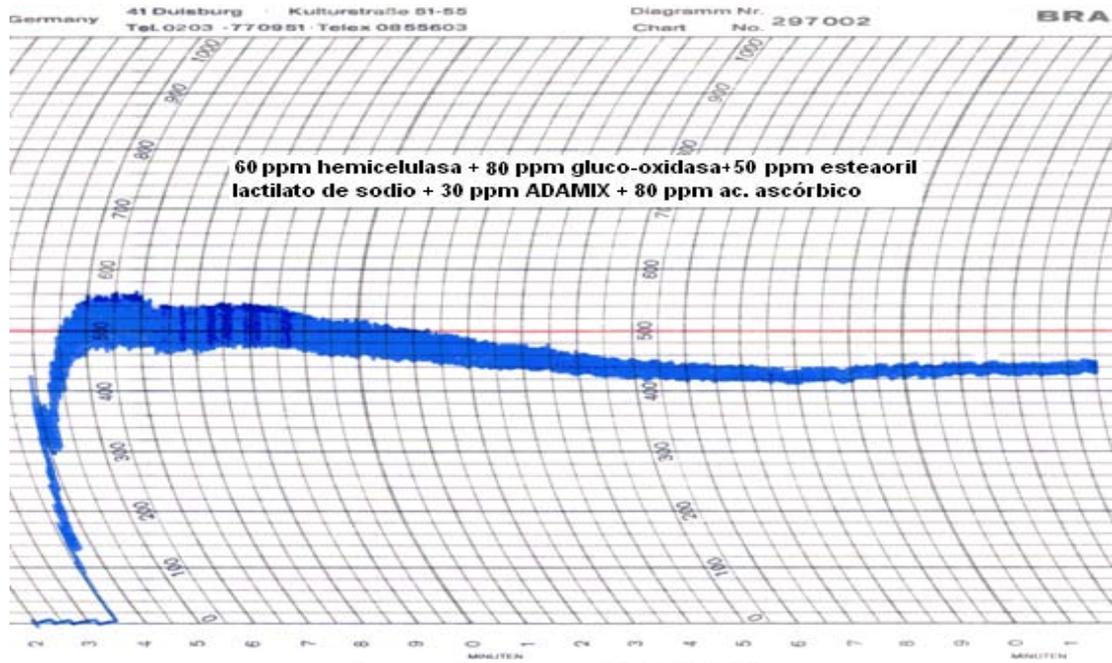
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-10: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₁c₁ Réplica 2



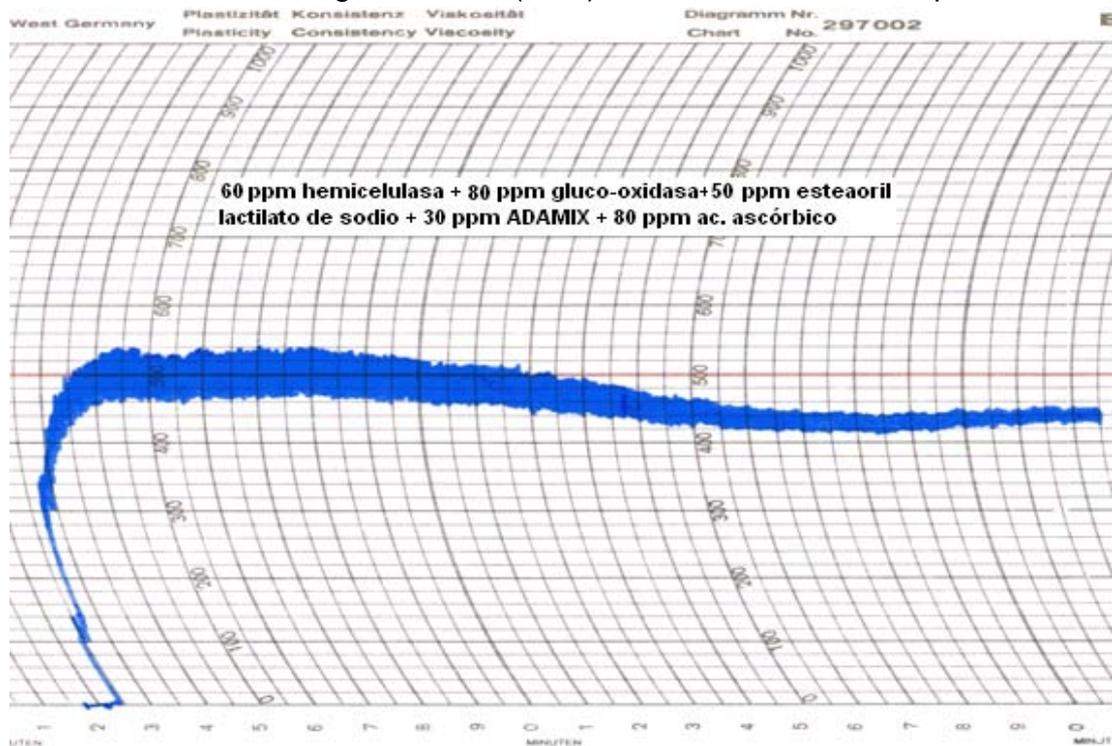
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-11: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_0$ Réplica 1



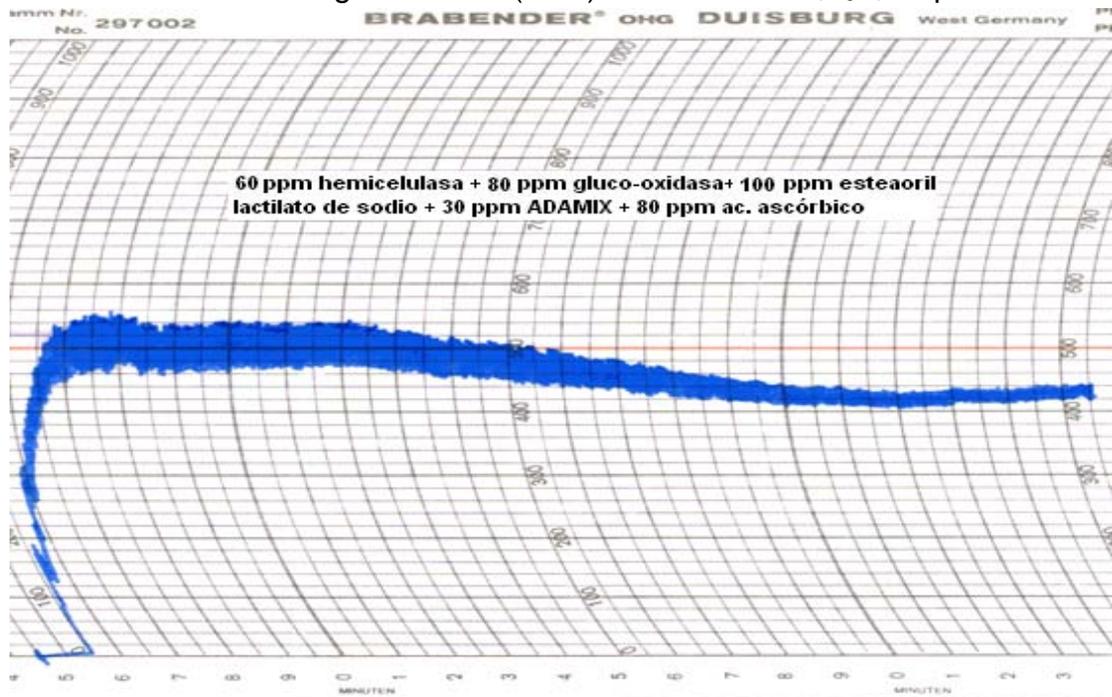
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-12: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_0$ Réplica 2



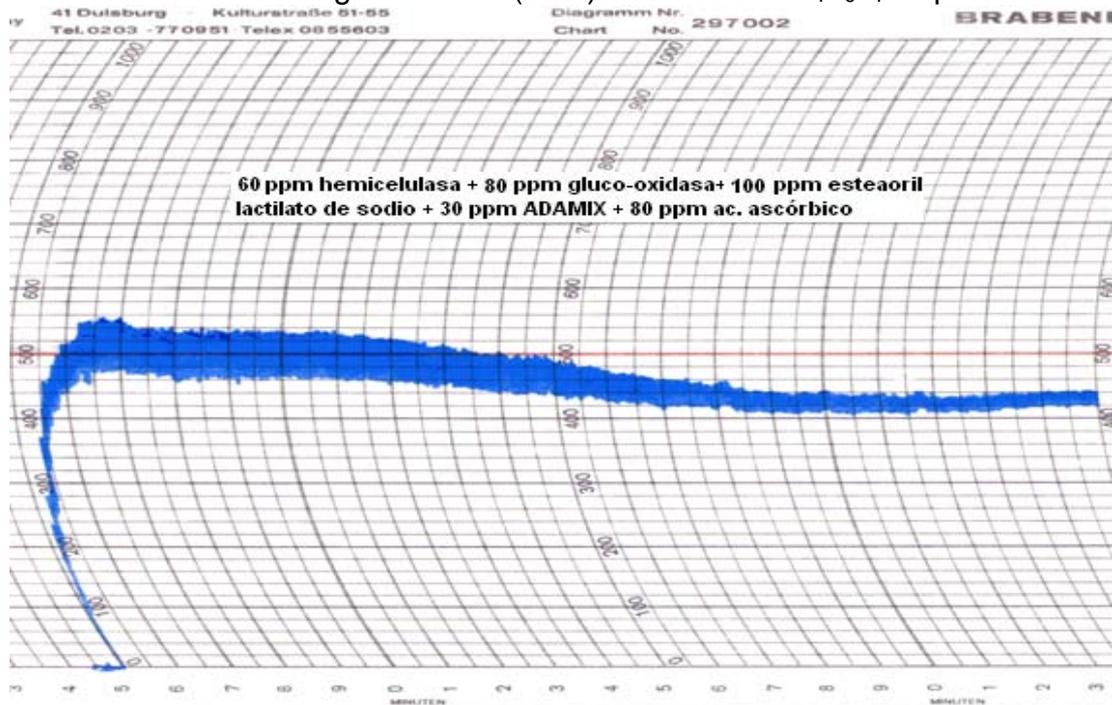
Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-13: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₁b₀c₁ Réplica 1



Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-14: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₁b₀c₁ Réplica 2



Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-15: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₁b₁c₀ Réplica 1

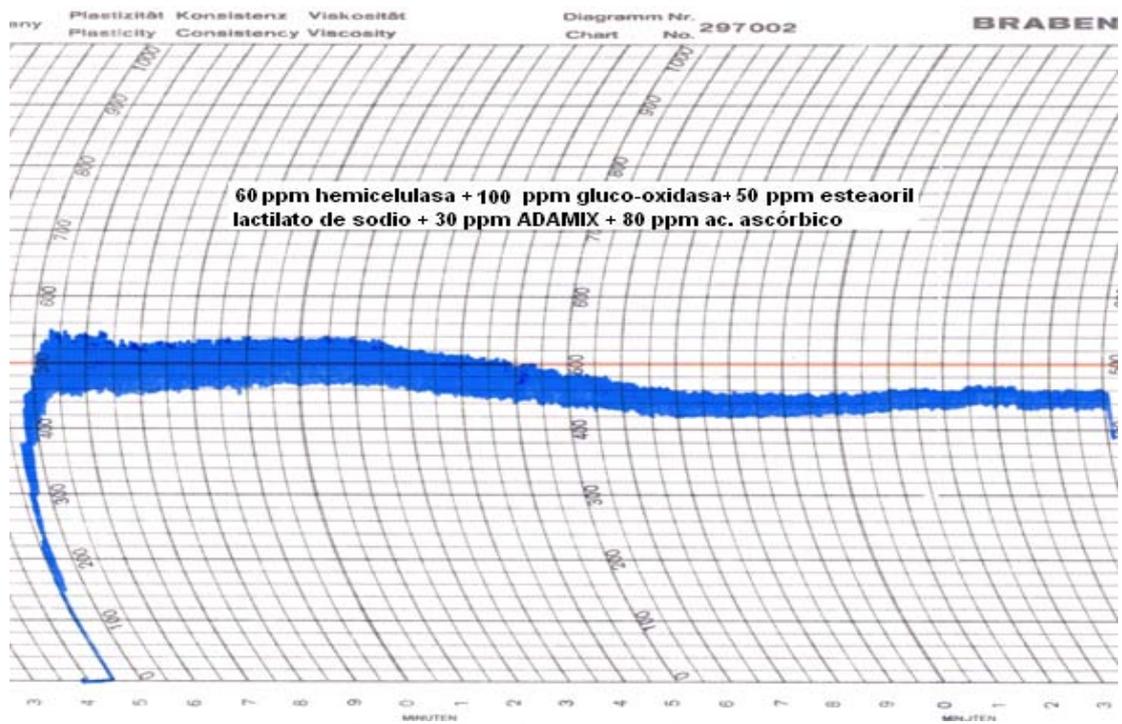


FIGURA C-16: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₁b₁c₀ Réplica 2

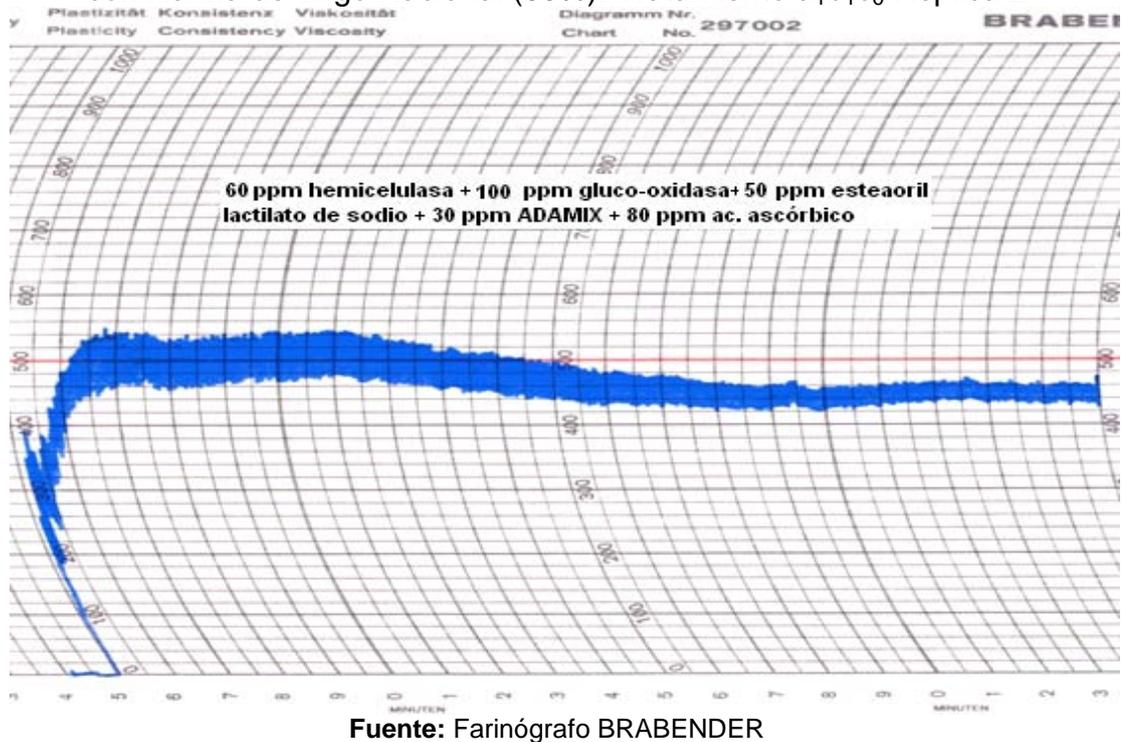
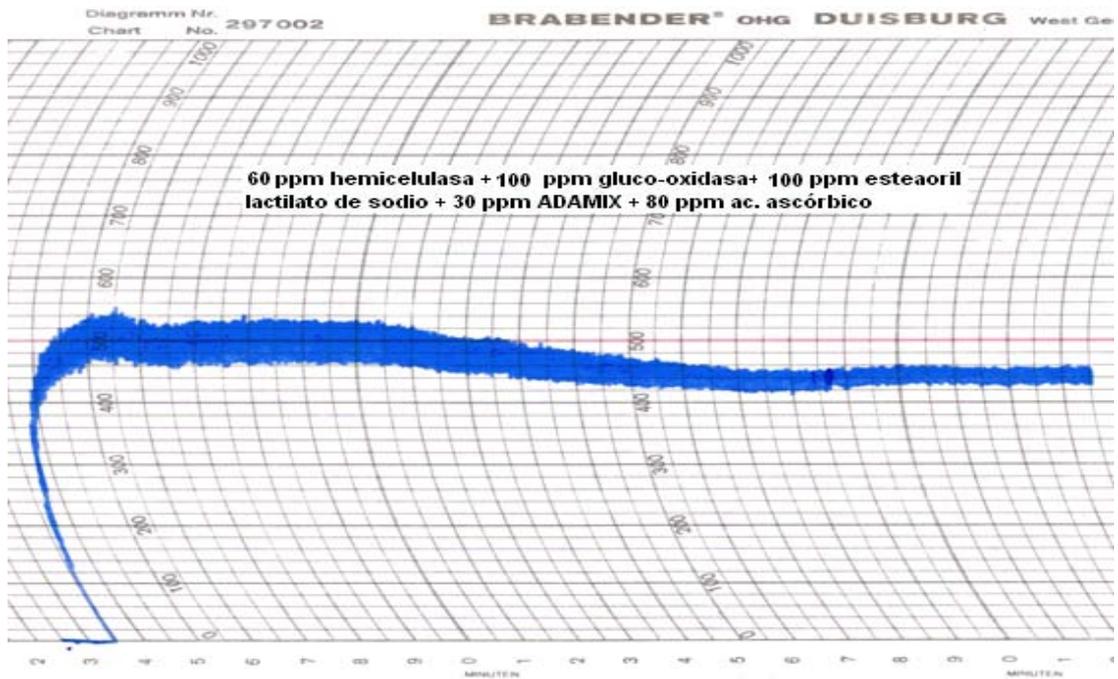
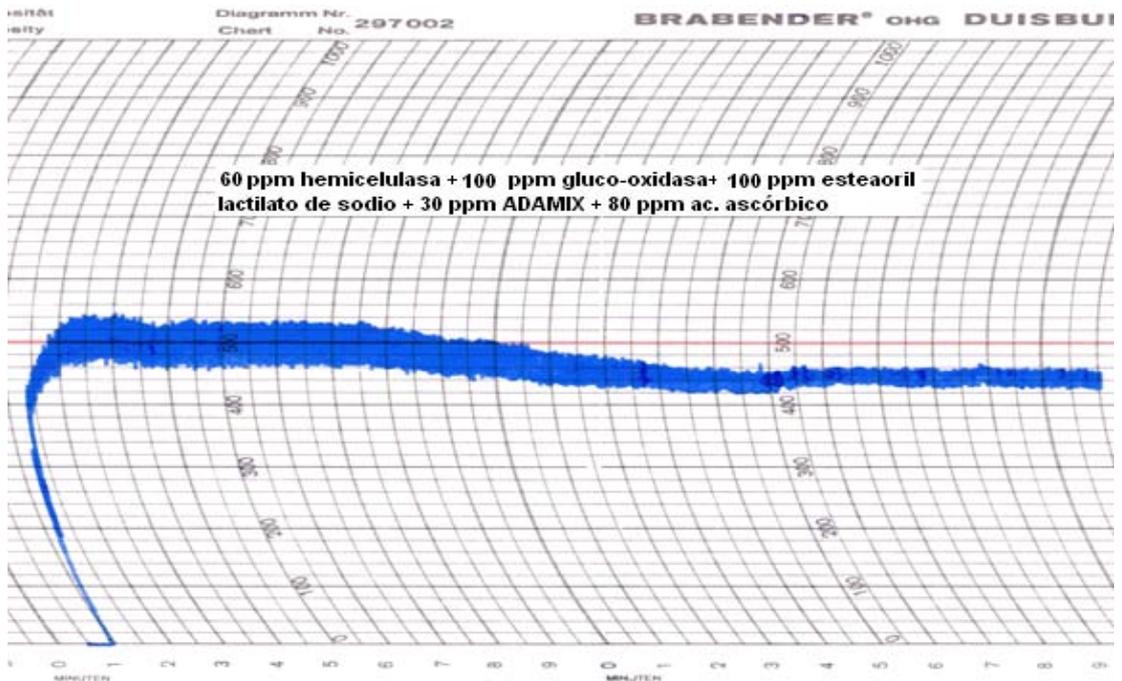


FIGURA C-17: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₁b₁c₁ Réplica 1



Fuente: Farinógrafo BRABENDER

FIGURA C-18: Farinograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₁b₁c₁ Réplica 2



Fuente: Farinógrafo BRABENDER

MIXOLAB SYSTEM

FIGURA C-19: Mixolab: Harina Trigo Importado (100%) Miraflores Comercial.

MIXOLAB

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987



Tesis Pan-Miraflores comercial

Fecha: 19/10/2010 Hora: 12:04

Muestra:

Hidratación: 63,1% base 14%

Contenido en 12,7%

índice: 8-23-465

Protocolo: Chopin+

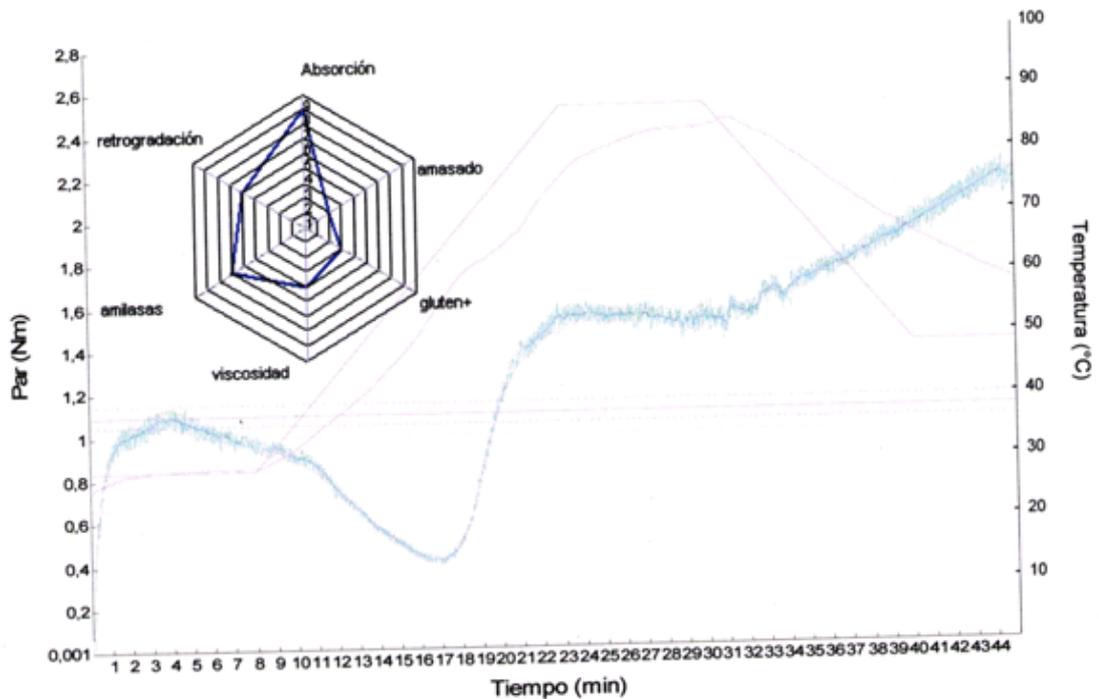
Peso de masa: 75,0 g

Temperatura depósito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (° C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	3,78	1,10	29,9	0,07	7,22
C2	16,70	0,41	55,5		
C3	24,37	1,55	81,8		
C4	29,02	1,49	85,9		
C5	45,05	2,16	59,8		

α :	-0,026	Nm/min
β :	0,180	Nm/min
γ :	0,012	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-20: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%).

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987

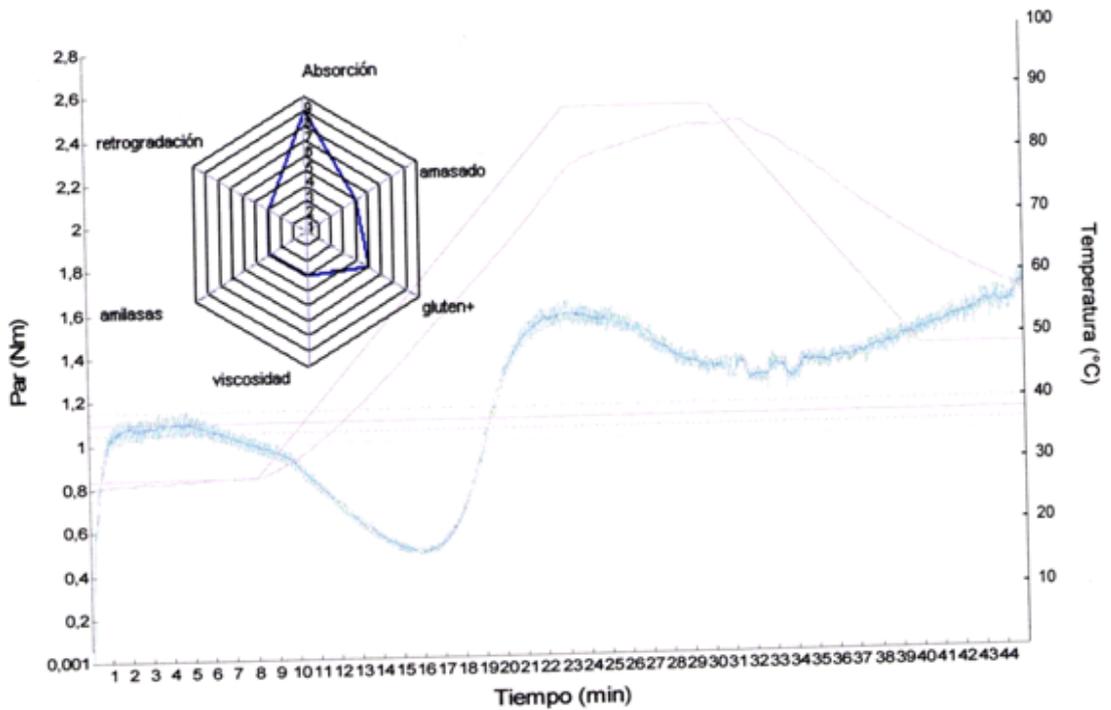
Tesis Pan-T6 Pura

Fecha: 15/10/2010 **Hora:** 14:53
Muestra:
Hidratación: 65,2 % base 14%
Contenido en 12,4%
índice: 8-45-333

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 (min)
C1	3,77	1,10	29,4	0,09	8,45
C2	15,87	0,49	51,8		
C3	23,00	1,58	79,3		
C4	30,95	1,29	87,1		
C5	45,05	1,67	59,4		

α :	-0,080	Nm/min
β :	0,332	Nm/min
γ :	-0,046	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-21: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₀c₀ (40 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 1

MIXOLAB

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987



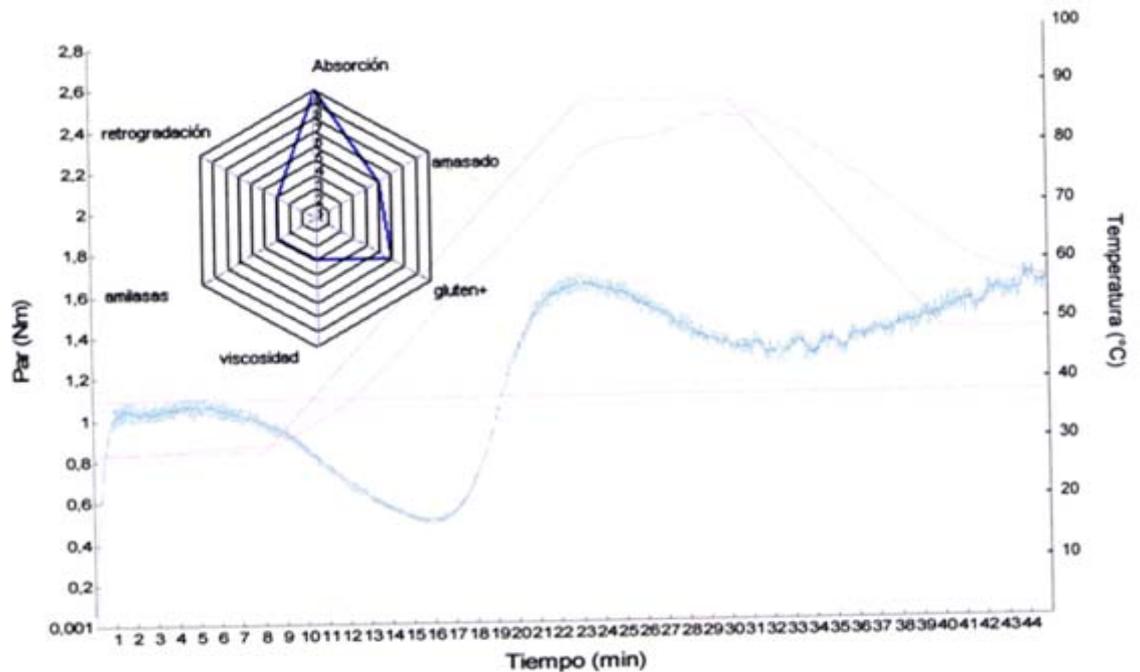
Tesis Pan-T 6 a0b0c0 1

Fecha: 07/10/2010 **Hora:** 16:52
Muestra:
Hidratación: 66,2% base 14%
Contenido en 12,7%
índice: 9-56-333

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 (min)
C1	5,10	1,07	30,5	0,08	8,45
C2	15,95	0,50	53,4		
C3	23,08	1,64	80,1		
C4	32,40	1,29	85,2		
C5	45,03	1,65	58,6		

α :	-0,076	Nm/min
β :	0,334	Nm/min
γ :	-0,042	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-22: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₀c₀ (40 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 2

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987

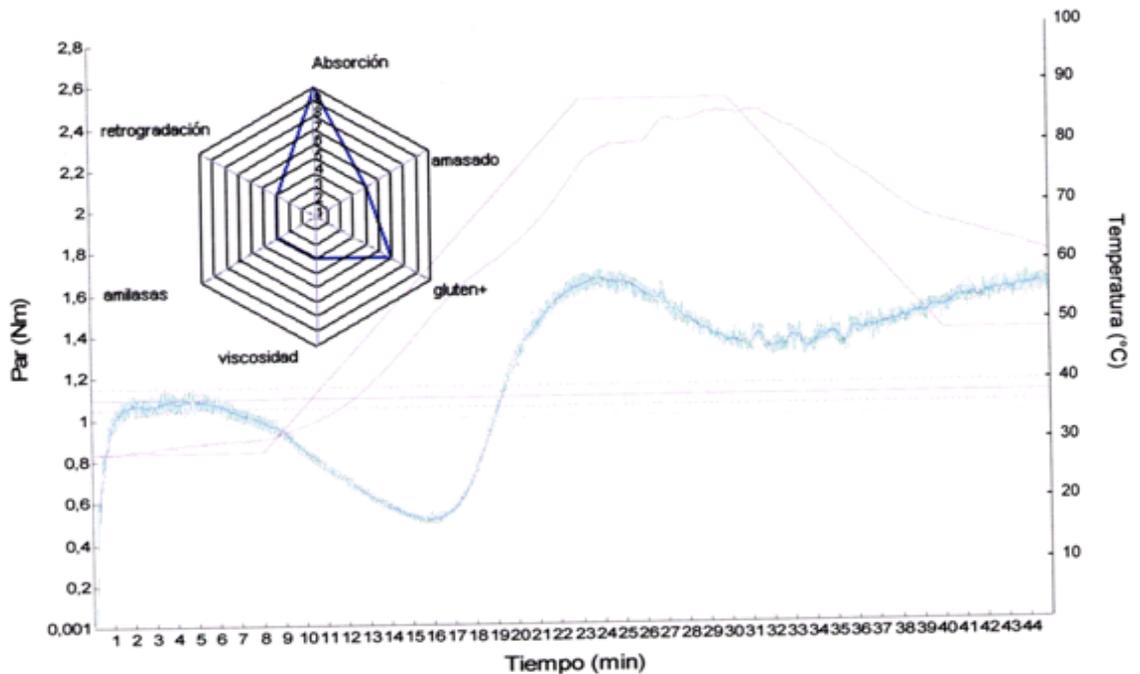
Tesis Pan-T6 a0b0c0 2

Fecha: 07/10/2010 Hora: 17:56
Muestra:
Hidratación: 66,1 % base 14%
Contenido en 12,7%
índice: 9-46-333

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 (min)
C1	4,75	1,09	31,4	0,08	8,03
C2	15,67	0,51	51,6		
C3	23,78	1,66	81,1		
C4	30,95	1,33	87,9		
C5	45,05	1,64	63,3		

α :	-0,066	Nm/min
β :	0,240	Nm/min
γ :	-0,076	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-23: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₀c₁ (40 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 1

MIXOLAB

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987



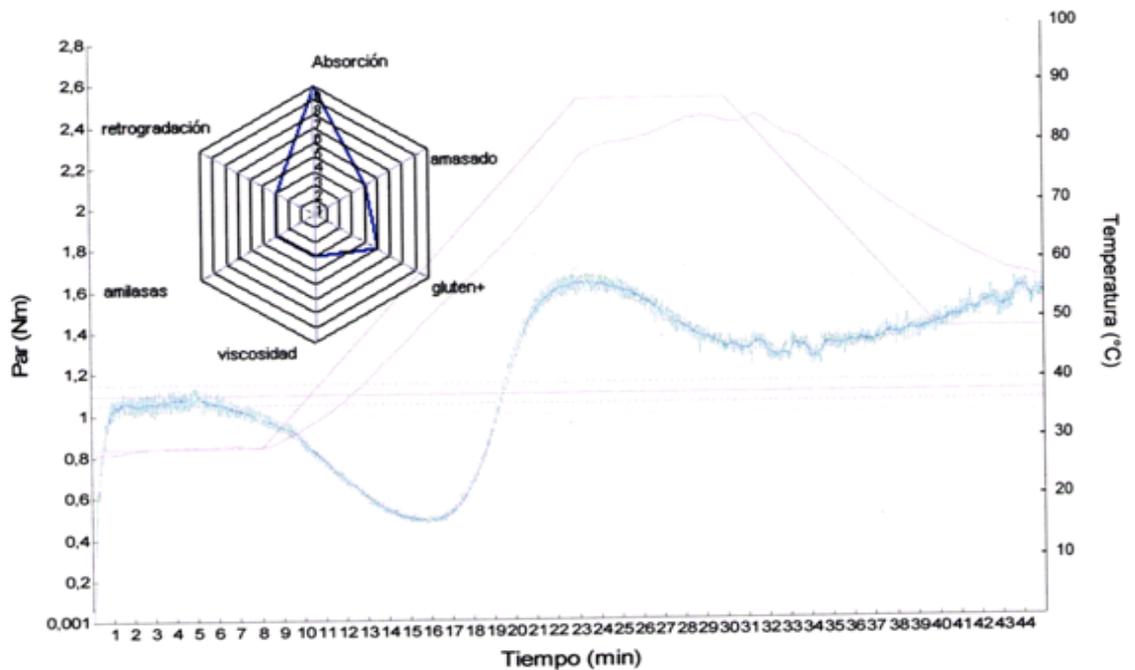
Tesis Pan-T6 a0b0c1 1

Fecha: 08/10/2010 Hora: 10:27
 Muestra:
 Hidratación: 66,5 % base 14%
 Contenido en 12,9%
 índice: 9-45-333

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 (min)
C1	4,87	1,09	30,1	0,07	8,23
C2	15,87	0,49	52,0		
C3	23,50	1,64	81,0		
C4	31,10	1,30	86,5		
C5	45,05	1,59	58,4		

α :	-0,040	Nm/min
β :	0,306	Nm/min
γ :	-0,094	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-24: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₀c₁ (40 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 2

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987

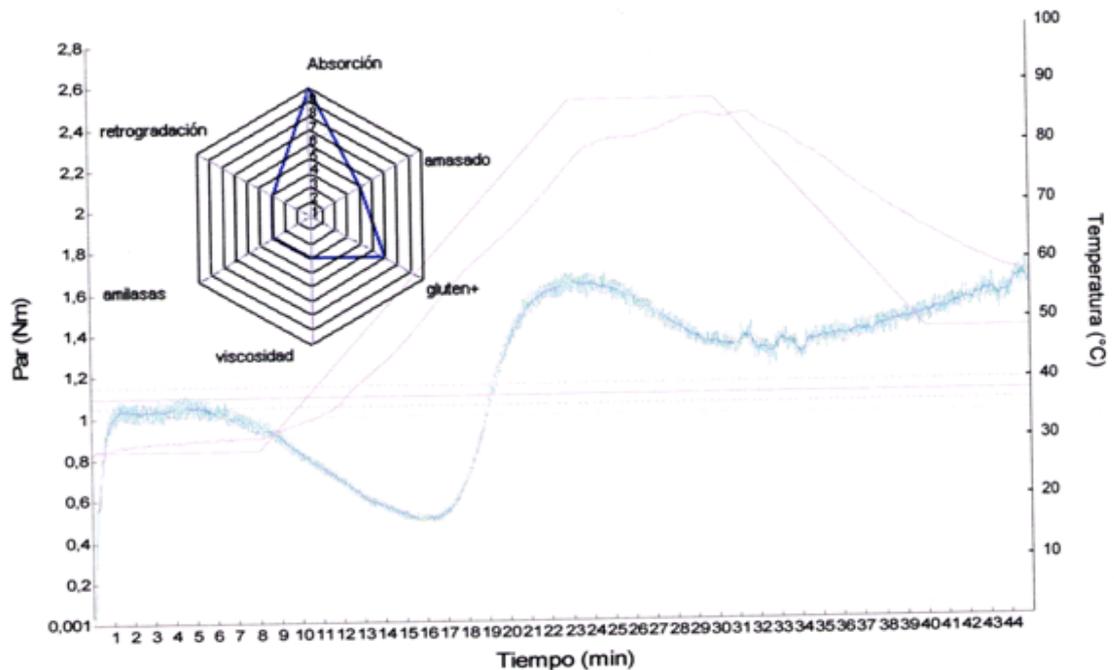
Tesis Pan-T6 a0b0c12

Fecha: 08/10/2010 **Hora:** 11:35
Muestra:
Hidratación: 66,4 % base 14%
Contenido en 12,9%
índice: 9-46-333

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 (min)
C1	4,35	1,06	31,4	0,09	8,12
C2	15,83	0,50	51,8		
C3	22,95	1,64	78,8		
C4	30,98	1,32	87,3		
C5	45,05	1,61	59,4		

α :	-0,036	Nm/min
β :	0,346	Nm/min
γ :	-0,068	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-25: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₁c₀ (40 ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm estearoil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 1

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono:032400987

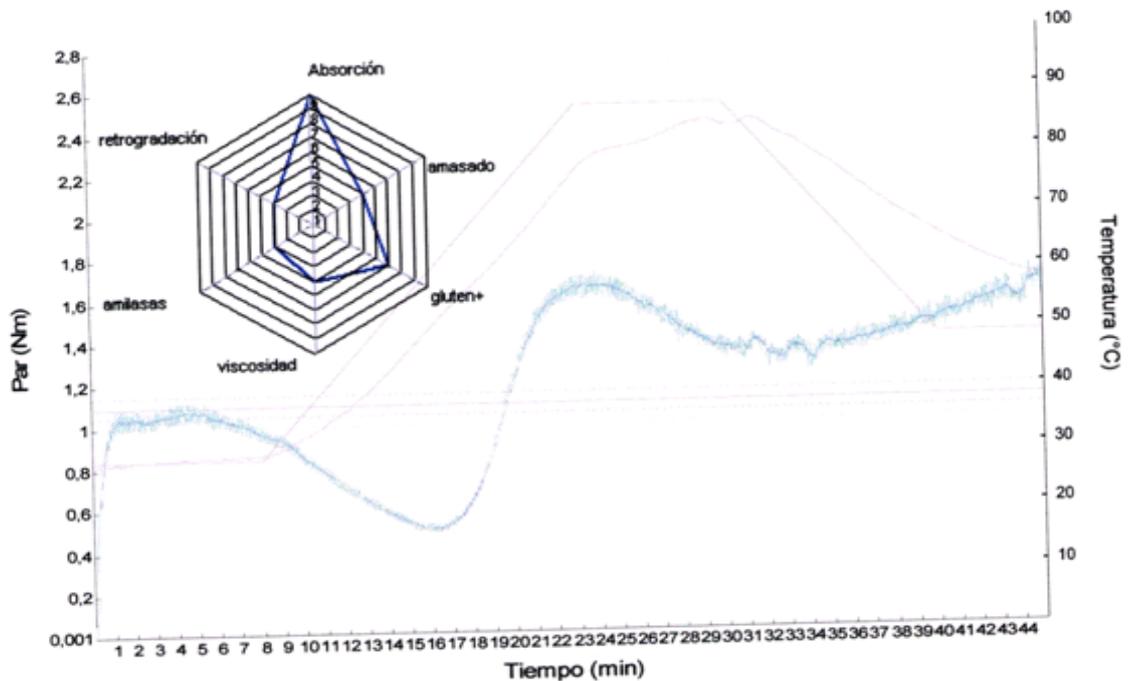
Tesis Pan-T6 a0b1c0 1

Fecha: 08/10/2010 Hora: 14:09
 Muestra:
 Hidratación: 66,4 % base 14%
 Contenido en 12,7%
 índice: 9-46-433

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 (min)
C1	4,70	1,08	30,3	0,08	8,18
C2	15,80	0,50	51,4		
C3	23,22	1,66	79,7		
C4	30,87	1,33	86,5		
C5	45,05	1,61	59,3		

α :	-0,060	Nm/min
β :	0,334	Nm/min
γ :	-0,072	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-26: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₁c₀ (40 ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm estearoil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 2.

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono:032400987

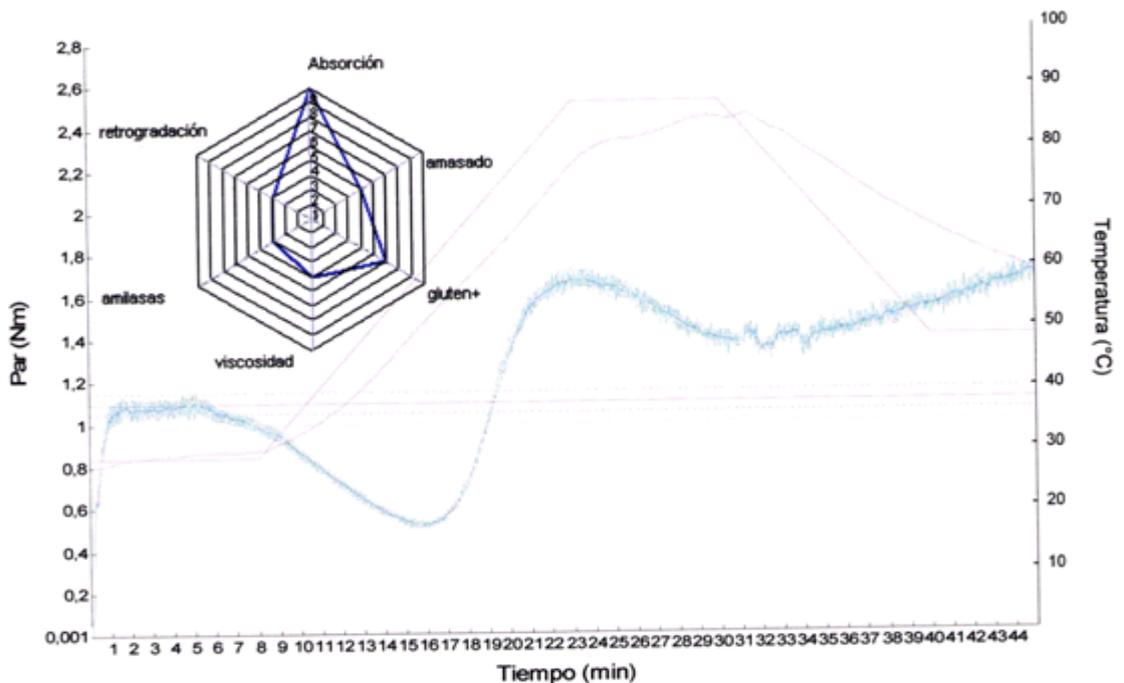
Tesis Pan-T6 a0b1c0 2

Fecha: 08/10/2010 **Hora:** 15:42
Muestra:
Hidratación: 66,3% base 14%
Contenido en 12,7%
índice: 9-46-433

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 (min)
C1	4,95	1,11	30,8	0,08	8,07
C2	15,58	0,52	51,3		
C3	23,40	1,68	80,8		
C4	30,92	1,37	87,3		
C5	45,02	1,70	60,9		

α :	-0,052	Nm/min
β :	0,310	Nm/min
γ :	-0,060	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-27: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₁c₁ (40ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm estearoil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 1

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987

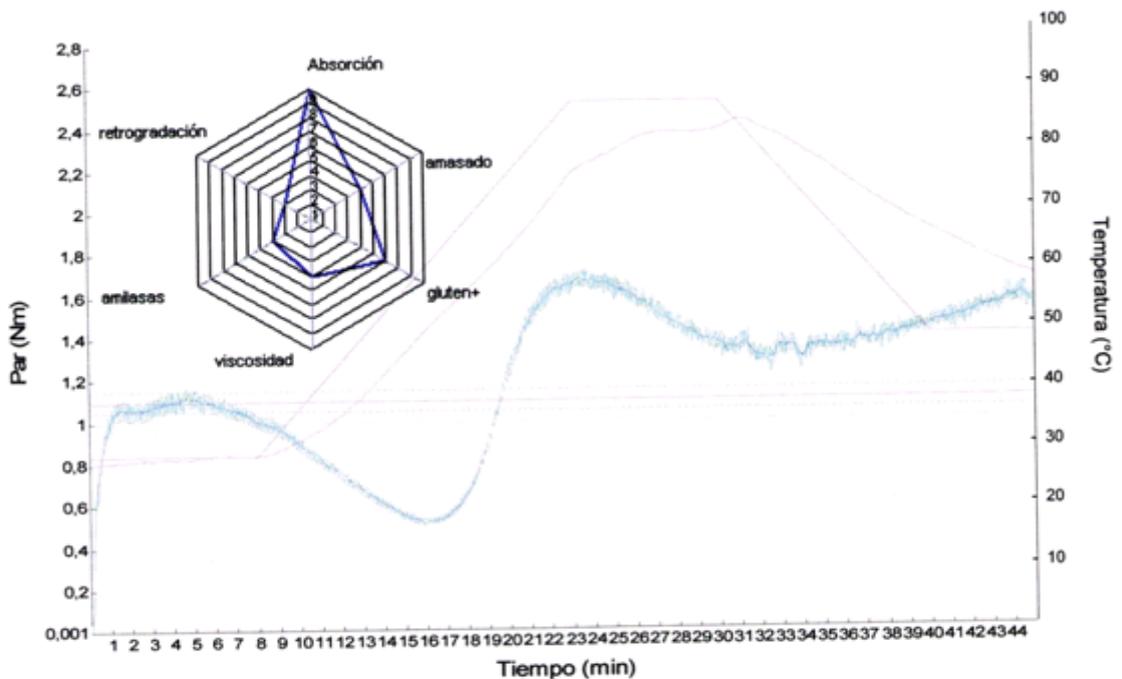
Tesis Pan-T6 a0b1c1 1

Fecha: 11/10/2010 **Hora:** 10:01
Muestra:
Hidratación: 66,4 % base 14%
Contenido en 12,9%
índice: 9-46-432

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 (min)
C1	4,75	1,12	29,4	0,05	8,02
C2	15,92	0,52	50,8		
C3	23,60	1,68	79,2		
C4	32,48	1,28	84,6		
C5	45,03	1,56	59,6		

α :	-0,076	Nm/min
β :	0,344	Nm/min
γ :	-0,054	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-28: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₁c₁ (40ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm estearoil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 2

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono:032400987

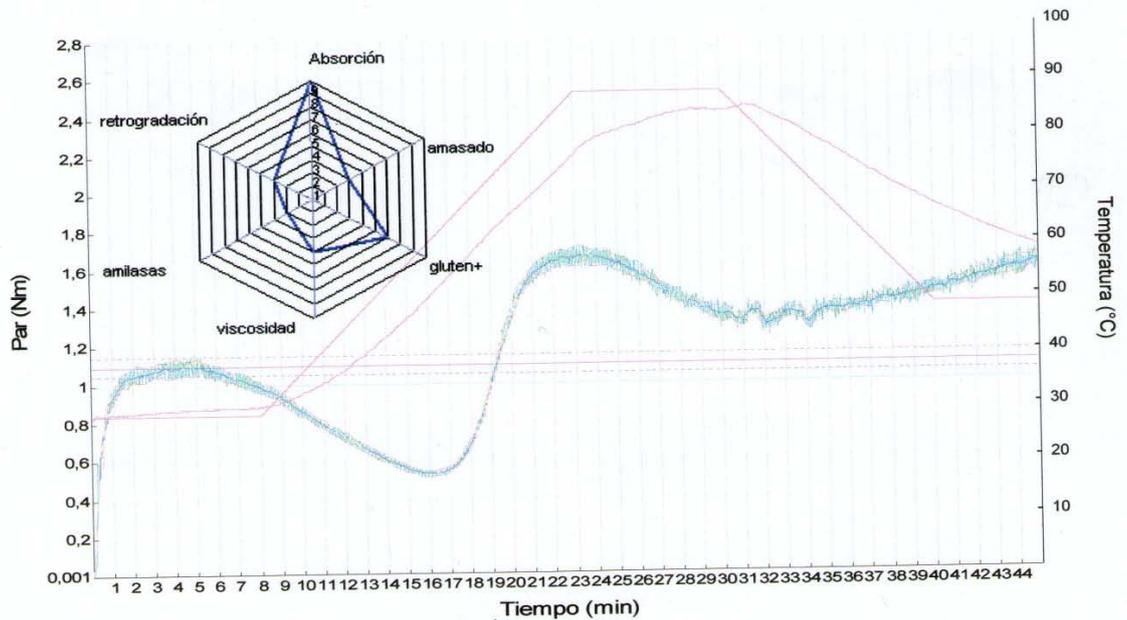
Tesis Pan-T6 a0b1c1 2

Fecha: 11/10/2010 **Hora:** 12:38
Muestra:
Hidratación: 66,4 % base 14%
Contenido en 12,9 %
índice: 9-36-423

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 (min)
C1	4,63	1,11	31,1	0,08	7,67
C2	16,43	0,53	53,4		
C3	23,55	1,67	80,3		
C4	31,02	1,32	87,0		
C5	45,05	1,61	60,3		

α :	-0,070	Nm/min
β :	0,314	Nm/min
γ :	-0,054	Nm/min



Tesis Pan

1/2

N° aparato:

133

Versión:2.34+2.47

Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-29: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_0$ (60 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm estearoil lactilato de sodio + 30ppmADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 1

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987

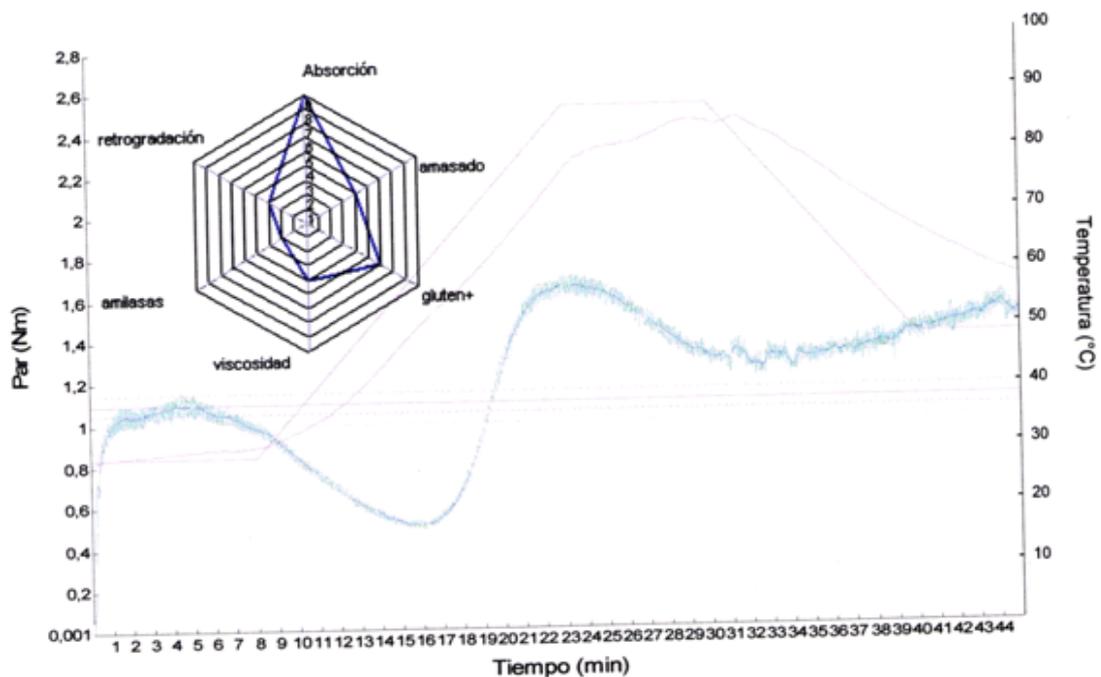
Tesis Pan-T6 a1b0c0 1

Fecha: 13/10/2010 Hora: 11:46
 Muestra:
 Hidratación: 66,4 % base 14%
 Contenido en 12,9%
 índice: 9-46-423

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 (min)
C1	4,95	1,10	31,1	0,08	7,85
C2	15,97	0,51	52,4		
C3	23,05	1,66	79,2		
C4	30,88	1,28	86,9		
C5	45,03	1,52	59,9		

α :	-0,066	Nm/min
β :	0,346	Nm/min
γ :	-0,080	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-30: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₁b₀c₀ (60 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm estearoil lactilato de sodio + 30ppmADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 2

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono:032400987

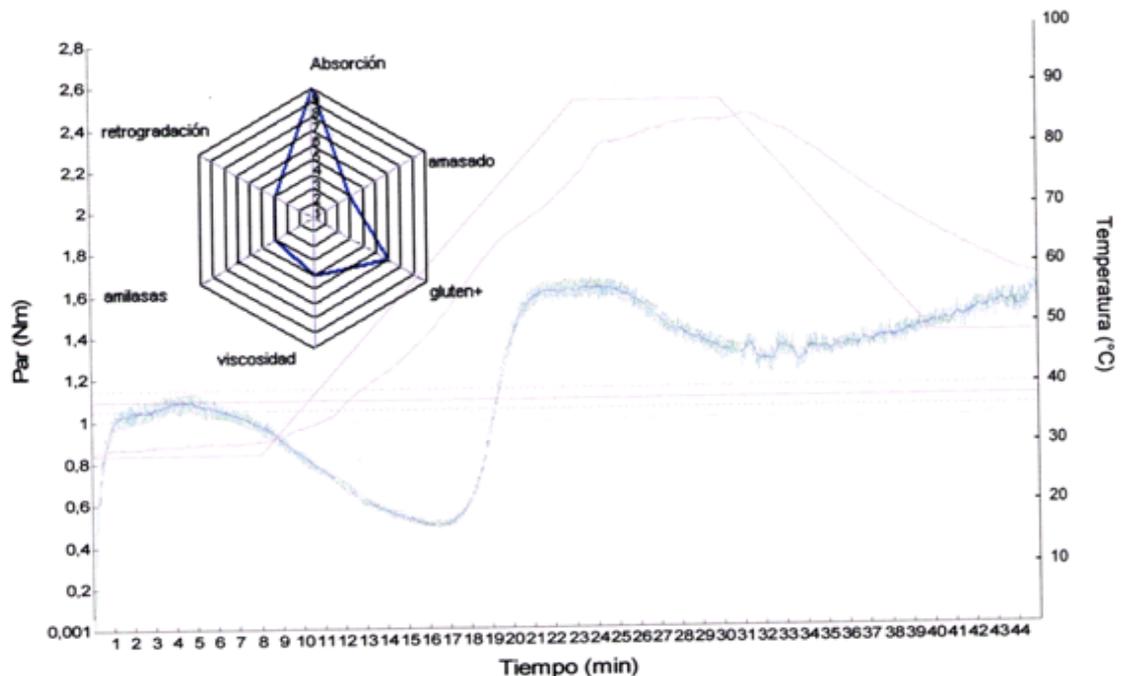
Tesis Pan-T6 a1b0c0 2

Fecha: 13/10/2010 **Hora:** 12:53
Muestra:
Hidratación: 66,4 % base 14%
Contenido en 12,9%
índice: 9-36-433

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 (min)
C1	4,52	1,10	31,7	0,08	7,67
C2	16,38	0,50	51,9		
C3	22,88	1,63	76,1		
C4	30,93	1,30	87,4		
C5	45,03	1,59	59,8		

α :	-0,080	Nm/min
β :	0,396	Nm/min
γ :	-0,088	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-31 Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₁b₀c₁ (60 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm estearoil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 1

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987

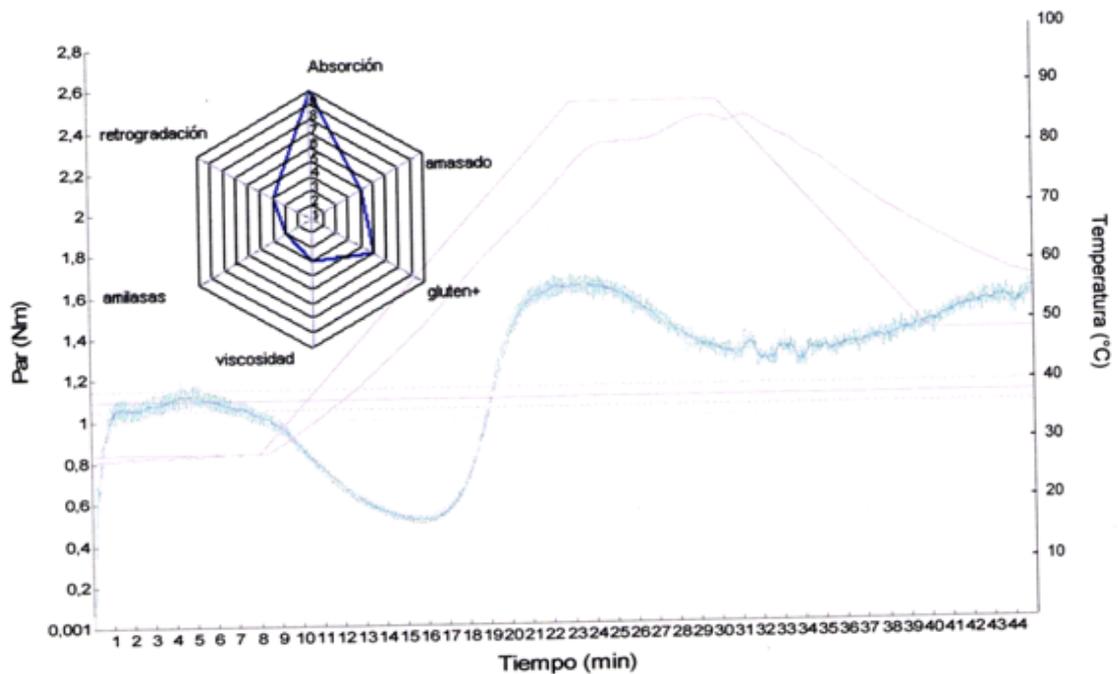
Tesis Pan-T6 a1b0c1 1

Fecha: 13/10/2010 **Hora:** 09:18
Muestra:
Hidratación: 66,4 % base 14%
Contenido en 12,9%
índice: 9-45-323

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 (min)
C1	5,03	1,13	29,6	0,10	7,98
C2	15,73	0,51	51,3		
C3	23,57	1,64	81,1		
C4	30,98	1,29	87,0		
C5	45,05	1,60	59,1		

α :	-0,082	Nm/min
β :	0,320	Nm/min
γ :	-0,080	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-32: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_0c_1$ (60 ppm hemicelulasa + 80 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm estearoil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 2

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987

Tesis Pan-T6 a1b0c1 2

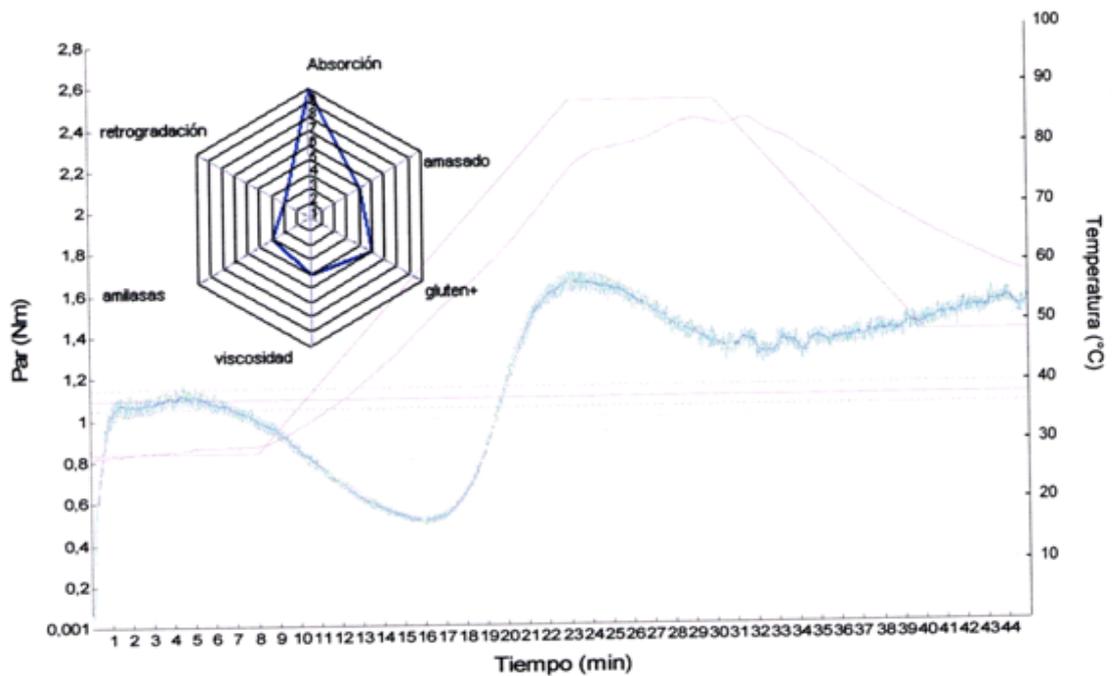
Fecha: 13/10/2010 Hora: 10:32

Protocolo: Chopin+
 Peso de masa: 75,0 g
 Temperatura depósito: 30,0 °C
 Velocidad de amasado: 80 rpm

Muestra:
 Hidratación: 66,4 % base 14%
 Contenido en: 12,9%
 índice: 9-45-432

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (° C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4,62	1,12	30,7	0,07	7,48
C2	15,97	0,51	51,4		
C3	23,03	1,65	78,3		
C4	30,65	1,33	85,8		
C5	45,05	1,58	59,9		

α :	-0,068	Nm/min
β :	0,326	Nm/min
γ :	-0,068	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-33: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₁b₁c₀ (60 ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm estearoil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 1

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono:032400987

Tesis Pan-T6 a1b1c0 1

Fecha: 11/10/2010 Hora: 13:59

Muestra:

Hidratación: 66,4 % base 14%

Contenido en 12,9%

índice: 9-46-423

Protocolo: Chopin+

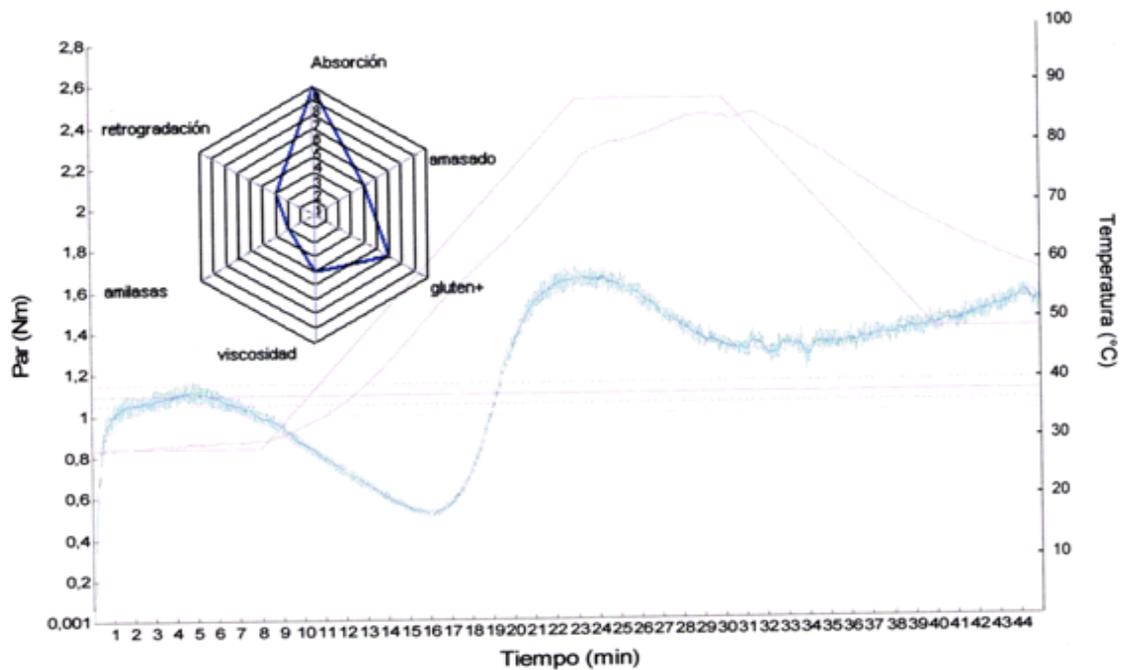
Peso de masa: 75,0 g

Temperatura depósito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (° C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4,95	1,12	30,9	0,09	7,98
C2	16,07	0,52	52,9		
C3	23,17	1,66	79,6		
C4	31,07	1,29	87,2		
C5	45,03	1,56	59,9		

α :	-0,078	Nm/min
β :	0,296	Nm/min
γ :	-0,074	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-34: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_1c_0$ (60 ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 50 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 2

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987

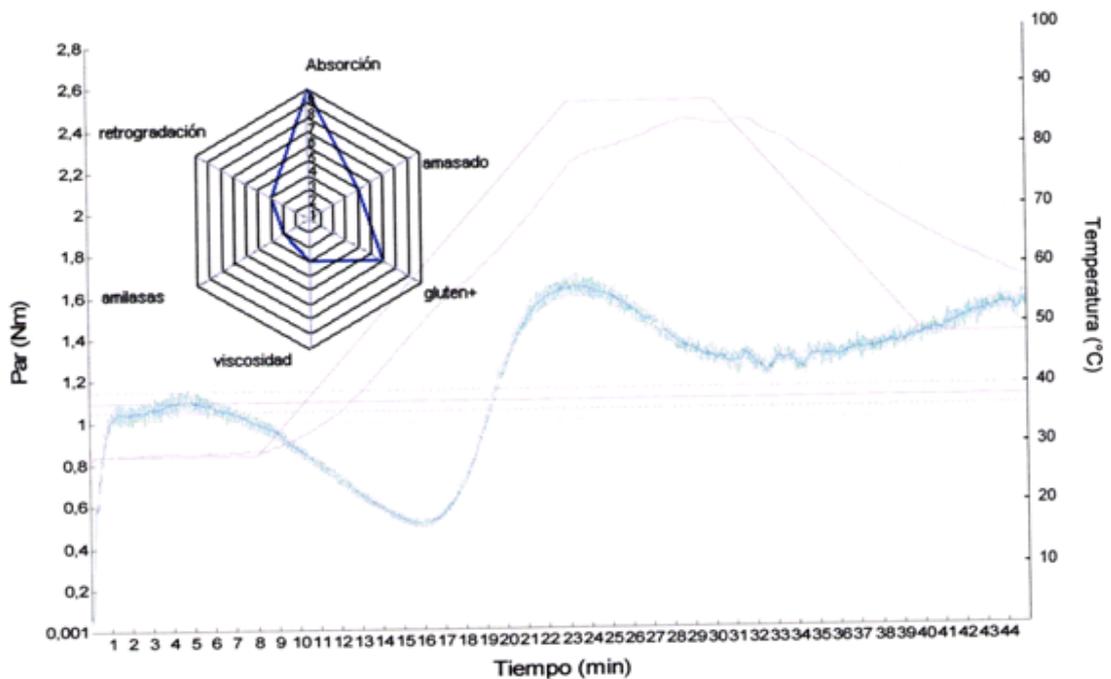
Tesis Pan-T6 a1b1c0 2

Fecha: 11/10/2010 **Hora:** 17:03
Muestra:
Hidratación: 66,4 % base 14%
Contenido en 12,9%
índice: 9-46-323

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 (min)
C1	4,58	1,11	30,5	0,07	8,02
C2	15,93	0,51	52,3		
C3	23,28	1,65	79,9		
C4	31,12	1,26	86,6		
C5	45,05	1,58	59,4		

α :	-0,066	Nm/min
β :	0,282	Nm/min
γ :	-0,090	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-35: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $\alpha_1\beta_1c_1$ (60 ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 1

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono: 032400987

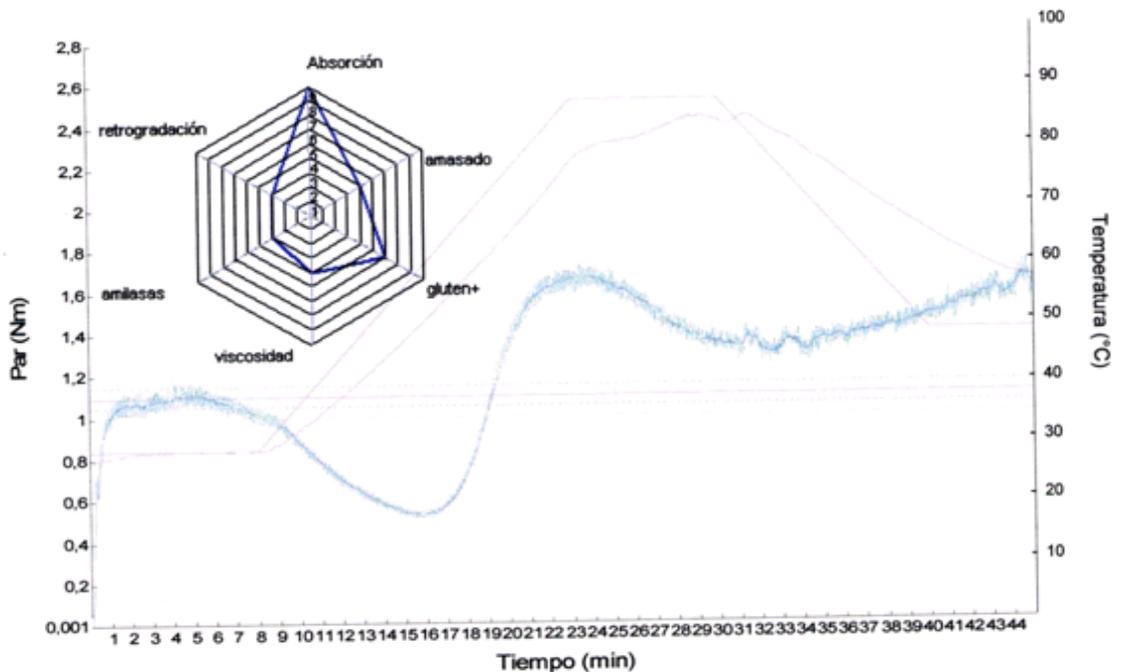
Tesis Pan-T6 $\alpha_1\beta_1c_1$ 1

Fecha: 12/10/2010 **Hora:** 09:30
Muestra:
Hidratación: 66,5 % base 14%
Contenido en 13,0%
índice: 9-46-433

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 (min)
C1	4,20	1,12	30,0	0,11	8,38
C2	15,83	0,53	51,5		
C3	23,53	1,67	81,0		
C4	31,08	1,32	86,6		
C5	45,03	1,62	58,6		

α :	-0,042	Nm/min
β :	0,262	Nm/min
γ :	-0,060	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FIGURA C-36: Mixolab: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento $a_1b_1c_1$ (60 ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa + 100 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Réplica 2

MIXOLAB



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 AV LOS CHASQUIS Y RIO PAYAMINO
 AMBATO
 Ecuador
 Teléfono:032400987

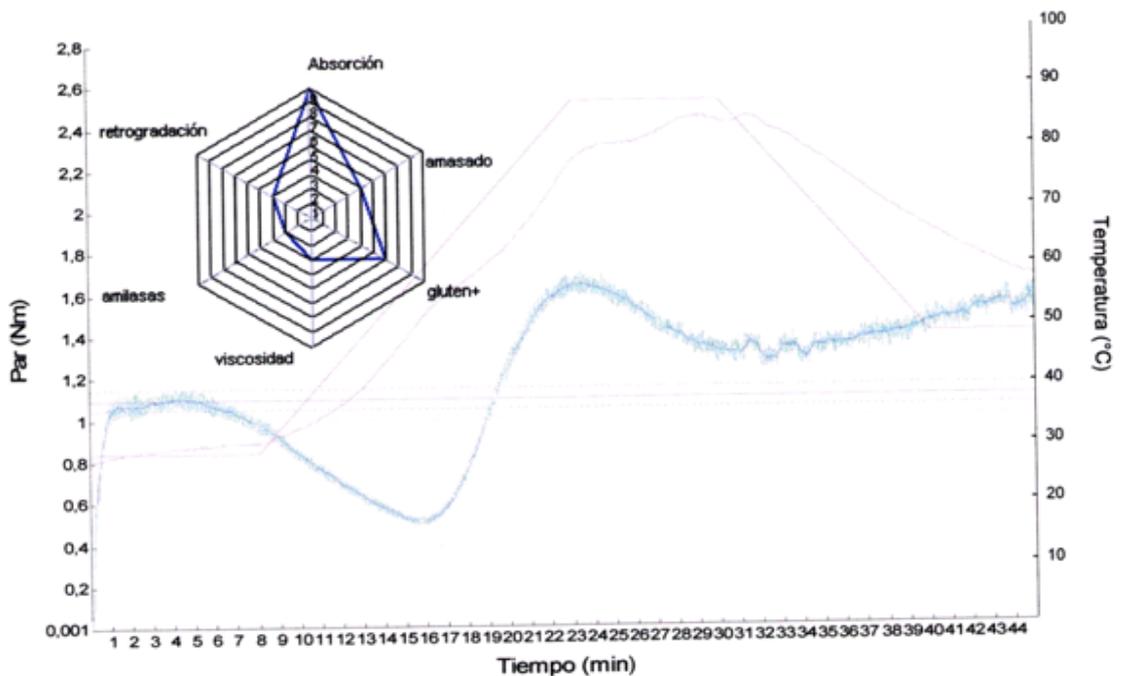
Tesis Pan-T6 a1b1c1 2

Fecha: 12/10/2010 **Hora:** 10:37
Muestra:
Hidratación: 66,5 % base 14%
Contenido en 13,0%
índice: 9-46-323

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 (min)
C1	4,30	1,11	30,8	0,07	7,73
C2	15,75	0,51	52,6		
C3	23,32	1,65	80,8		
C4	31,07	1,30	86,9		
C5	45,05	1,59	59,5		

α :	-0,038	Nm/min
β :	0,244	Nm/min
γ :	-0,092	Nm/min

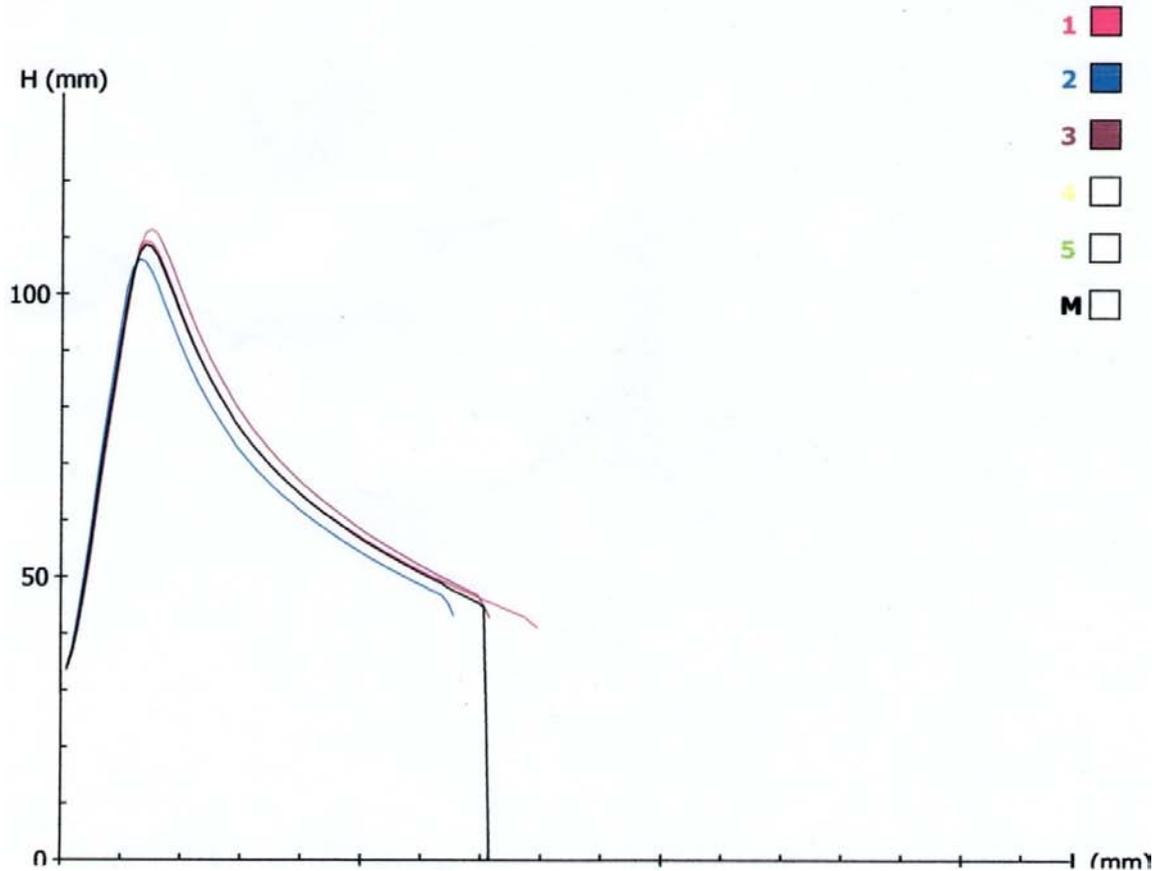


Fuente: Mixolab CHOPIN

ALVEOGRAMAS

FIGURA C-37: Alveograma: Harina Trigo Importado (100%) Miraflores Comercial

ALVEOLINK NG	ALVEO HC	
SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLENEUVE LA GARENNE		
FECHA : 21/10/10 HORA : 10:59	REFERENCIA MUESTRA NOMBRE DE FICHERO	: TRIGO IMPORT : 10210300A110
PARAMETROS		RESULTADOS
TEMP.LABO : HARINA : HUMEDAD : 12,9 % PROTEINAS : A.D. : ZELENY : CENIZAS : GLUTEN :	HIGRO.LABO. : MOLINO : I.CAIDA : ABSORCION : EXTRAC. :	P = 120 mmH2O L = 70 mm G = 18,6 W = 311 10E-4J P/L = 1,71 Ie = 58,5 % W (0) = 0 10E-4J
COMENTARIOS TRIGO IMPORTADO COMERCIAL		V:d2.8C



Fuente: Alveógrafo CHOPIN

FIGURA C-28: Alveograma: Mezcla de Harina de Trigo Importado (40%) con Harina de Trigo Nacional (60%). Tratamiento a₀b₁c₁ (40ppm hemicelulosa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico).

ALVEOLINK NG

ALVEO HC



SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 21/10/10
HORA : 11:42

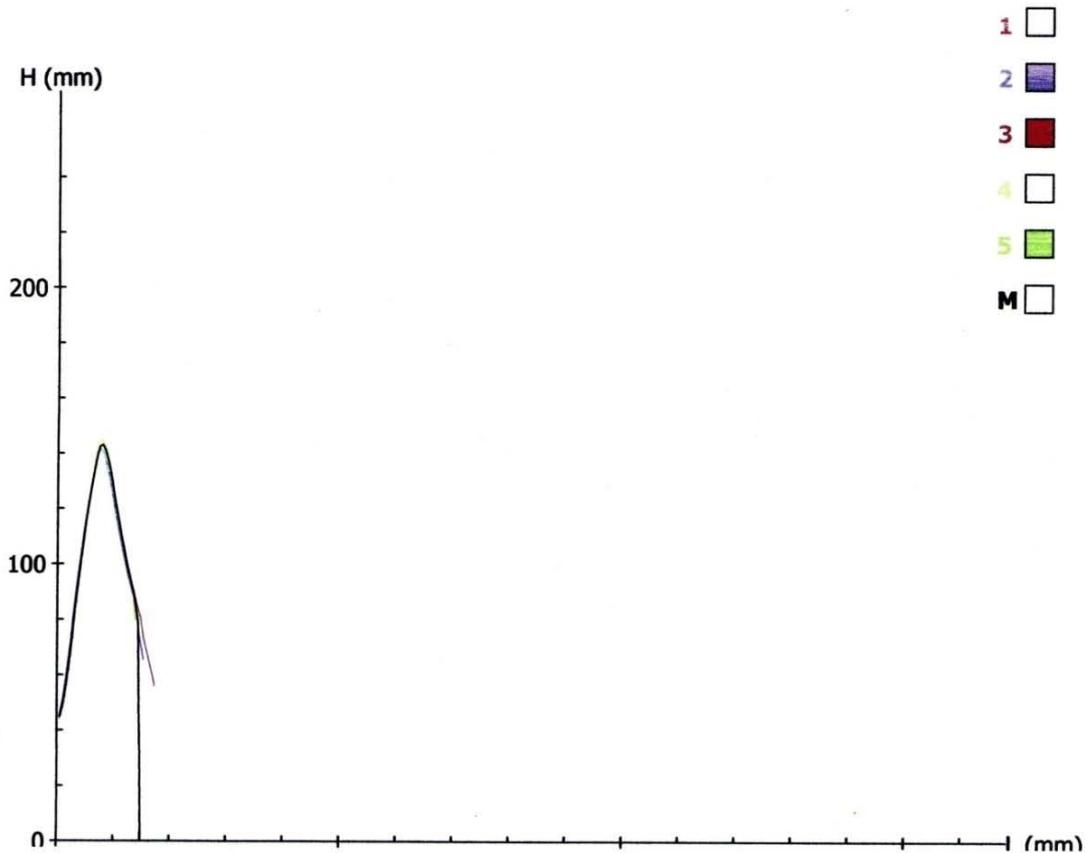
REFERENCIA MUESTRA : T6
NOMBRE DE FICHERO : 10210301A110

PARAMETROS	
TEMP.LABO :	HIGRO.LABO. :
HARINA :	MOLINO :
HUMEDAD : 12,7 %	I.CAIDA :
PROTEINAS :	ABSORCION :
A.D. :	EXTRAC. :
ZELENY :	
CENIZAS :	
GLUTEN :	

RESULTADOS	
P	= 157 mmH2O
L	= 28 mm
G	= 11,8
W	= 192 10E-4J
P/L	= 5,61
Ie	= 0 %
W (0)	= 0 10E-4J

COMENTARIOS
60X NACIONAL 40X IMPORTADO

V:d2.8C



Fuente: Alveógrafo CHOPIN

ANEXO D

CUADROS

**CUADRO D-1: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores
Comercial. Almacenamiento día 1
Réplica 1**

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra		
Nombre Producto:	pan importado FRESCURA	Notas:
Nº lote:	1	
Nº muestra:	1	
Dimensiones:		
Forma:	Cilindro	
Longitud:	10,00	mm
Anchura:	0,00	mm
Altura:	25,00	mm
Método Test		
Fecha:	16/02/2011	Hora: 11:54:39
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación: 5 s
Objetivo:	3,0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.:	5 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación:	4 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test:	1 mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga: 10000g
Resultados		
Ciclo 1 Dureza:	631	g
Deformación según Dureza:	3,00	mm
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	8,2	mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,51	mm
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	2,0	mJ
Fracturabilidad:	631	g
	con 0% de sensibilidad de carga	
Elasticidad:	2,44	mm
Indice Elasticidad:	0,81	

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

**CUADRO D-2: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores
Comercial. Almacenamiento día 1
Réplica 2**

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto:	pan importado FRESCURA		Notas:
Nº lote:	1		
Nº muestra:	2		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	25,00	mm	
Método Test			
Fecha:	16/02/2011	Hora:	11:57:48
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	5 s
Objetivo:	3,0 mm	Mismo activador:	Falso
Esperar t.:	5 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	4 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	1 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	325	g	
Deformación según Dureza:	3,00	mm	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	3,7	mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,23	mm	
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0,7	mJ	
Fracturabilidad:	325	g	
	con 0% de sensibilidad de carga		
Elasticidad:	2,29	mm	
Indice Elasticidad:	0,76		

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

**CUADRO D-3: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores
Comercial. Almacenamiento día 2
Réplica 1**

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto:	pan importado FRESCURA2		Notas:
Nº lote:	2		
Nº muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	25,00	mm	
Método Test			
Fecha:	17/02/2011	Hora:	13:11:21
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	5 s
Objetivo:	3,0 mm	Mismo activador:	Falso
Esperar t.:	5 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	4 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	1 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	782	g	
Deformación según Dureza:	2,99	mm	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	8,5	mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,50	mm	
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	1,7	mJ	
Fracturabilidad:	782	g	
	con 0% de sensibilidad de carga		
Elasticidad:	2,37	mm	
Indice Elasticidad:	0,79		

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

**CUADRO D-4: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores
Comercial. Almacenamiento día 2
Réplica 2**

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto:	pan importado FRESCURA2		Notas:
Nº lote:	2		
Nº muestra:	2		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	25,00	mm	
Método Test			
Fecha:	17/02/2011	Hora:	13:16:28
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	5 s
Objetivo:	3,0	mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.:	5	s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación:	4	g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test:	1	mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1	mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos:	2		Celda Carga: 10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	709	g	
Deformación según Dureza:	2,98	mm	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	8,3	mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,62	mm	
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	1,8	mJ	
Fracturabilidad:	709	g	
	con 0% de sensibilidad de carga		
Elasticidad:	2,44	mm	
Indice Elasticidad:	0,82		

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

**CUADRO D-5: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores
Comercial. Almacenamiento día 3
Réplica 1**

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto:	pan importado PRESCURA 3		Notas:
Nº lote:	1		
Nº muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	25,00	mm	
Método Test			
Fecha:	18/02/2011	Hora:	10:32:23
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	3,0 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	5 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	4 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	1 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	996	g	
Deformación según Dureza:	2,99	mm	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	13,2	mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,82	mm	
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	3,2	mJ	
Fracturabilidad:	996	g	
	con 0% de sensibilidad de carga		
Elasticidad:	2,53	mm	
Indice Elasticidad:	0,84		
Firmeza:	662	g	
Masticabilidad:	16,4	mJ	

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

**CUADRO D-6: Texturómetro: Pan de Trigo Importado (100%) Miraflores
Comercial. Almacenamiento día 3
Réplica 2**

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra		
Nombre Producto:	pan importado PRESCURA 3	Notas:
Nº lote:	1	
Nº muestra:	2	
Dimensiones:		
Forma:	cilindro	
Longitud:	10,00	mm
Anchura:	0,00	mm
Altura:	25,00	mm
Método Test		
Fecha:	18/02/2011	Hora: 10:35:17
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación: 8 s
Objetivo:	3,0 mm	Mismo activador: Exacto
Esperar t.:	5 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación:	4 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test:	1 mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga: 10000g
Resultados		
Ciclo 1 Dureza:	826	g
Deformación según Dureza:	2,99	mm
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	9,7	mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,61	mm
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	2,0	mJ
Fracturabilidad:	826	g
	con 0% de sensibilidad de carga	
Elasticidad:	2,53	mm
Indice Elasticidad:	0,84	
Firmeza:	526	g
Masticabilidad:	13,1	mJ

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

CUADRO D-7: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Almacenamiento día 1
 Réplica 1

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto: pan nacional FRESCURA		Notas:	
Nº lote:	1		
Nº muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	25,00	mm	
Método Test			
Fecha:	16/02/2011	Hora:	12:13:11
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	5 s
Objetivo:	3,0	mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.:	5	s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación:	4	g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test:	1	mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1	mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos:	2		Celda Carga: 10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	285	g	
Deformación según Dureza:	2,99	mm	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	3,3	mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,03	mm	
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0,5	mJ	
Fracturabilidad:	285	g	
	con 0% de sensibilidad de carga		
Elasticidad:	2,08	mm	
Indice Elasticidad:	0,69		

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD.

CUADRO D-8: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulosa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm esteoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Almacenamiento día 1
 Réplica 2

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto: pan nacional FRESCURA		Notas:	
Nº lote:	1		
Nº muestra:	2		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	25,00	mm	
Método Test			
Fecha:	16/02/2011	Hora:	12:15:48
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	5 s
Objetivo:	3,0	mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.:	5	s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación:	4	g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test:	1	mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1	mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos:	2		Celda Carga: 10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	326	g	
Deformación según Dureza:	2,99	mm	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	3,8	mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,04	mm	
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0,6	mJ	
Fracturabilidad:	326	g	
	con 0% de sensibilidad de carga		
Elasticidad:	2,16	mm	
Indice Elasticidad:	0,72		

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

CUADRO D-9: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm esteoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Almacenamiento día 2
 Réplica 1

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra		
Nombre Producto:	pan nacional FRESCURA2	Notas:
Nº lote:	2	
Nº muestra:	1	
Dimensiones:		
Forma:	Cilindro	
Longitud:	10,00	mm
Anchura:	0,00	mm
Altura:	25,00	mm
Método Test		
Fecha:	17/02/2011	Hora: 13:44:56
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación: 5 s
Objetivo:	3,0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.:	5 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación:	4 g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test:	1 mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1 mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga: 10000g
Resultados		
Ciclo 1 Dureza:	400	g
Deformación según Dureza:	3,00	mm
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	4,8	mJ
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,23	mm
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0,6	mJ
Fracturabilidad:	400	g
	con 0% de sensibilidad de carga	
Elasticidad:	2,33	mm
Indice Elasticidad:	0,78	

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

CUADRO D-10: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm esteoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Almacenamiento día 2
 Réplica 2

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto:	pan nacional FRESCURA2		Notas:
Nº lote:	2		
Nº muestra:	2		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	25,00	mm	
Método Test			
Fecha:	17/02/2011	Hora:	13:48:36
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	5 s
Objetivo:	3,0 mm	Mismo activador:	Falso
Esperar t.:	5 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	4 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	1 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	890	g	
Deformación según Dureza:	3,00	mm	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	12,1	mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,21	mm	
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	1,7	mJ	
Fracturabilidad:	890	g	
	con 0% de sensibilidad de carga		
Elasticidad:	2,53	mm	
Indice Elasticidad:	0,84		

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

**CUADRO D-11: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm esteoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Almacenamiento día 3
Réplica 1**

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto:	pan nacional FRESCURA 3		Notas:
Nº lote:	1		
Nº muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	25,00	mm	
Método Test			
Fecha:	18/02/2011	Hora:	10:38:42
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	3,0 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	5 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	4 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	1 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	766	g	
Deformación según Dureza:	3,00	mm	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	9,1	mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,22	mm	
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	1,4	mJ	
Fracturabilidad:	766	g	
	con 0% de sensibilidad de carga		
Elasticidad:	2,39	mm	
Indice Elasticidad:	0,80		
Firmeza:	488	g	
Masticabilidad:	11,4	mJ	

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

**CUADRO D-12: Texturómetro: Pan mejor tratamiento (40ppm hemicelulasa + 100 ppm gluco-oxidasa +100 ppm esteaoril lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico). Almacenamiento día 3
Réplica 2**

TexturePro CT V1.2 Build 9

Brookfield Engineering

INFORME DATOS

Descripción Muestra			
Nombre Producto:	pan nacional FRESCURA 3		Notas:
Nº lote:	1		
Nº muestra:	2		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00	mm	
Anchura:	0,00	mm	
Altura:	25,00	mm	
Método Test			
Fecha:	18/02/2011	Hora:	10:43:15
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	3,0	mm	Mismo activador: Exacto
Esperar t.:	5	s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación:	4	g	Fr. Muestreo: 10 puntos/seg
Vel. Test:	1	mm/s	Sonda: TA4/1000
Velocidad Vuelta:	1	mm/s	Elemento: TA-BT-KI
Contador ciclos:	2		Celda Carga: 10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	567	g	
Deformación según Dureza:	3,00	mm	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	5,7	mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	1,13	mm	
Ciclo 1 Trabajo Recuperable:	0,9	mJ	
Fracturabilidad:	567	g	
	con 0% de sensibilidad de carga		
Elasticidad:	2,30	mm	
Indice Elasticidad:	0,77		
Firmeza:	367	g	
Masticabilidad:	8,3	mJ	

Fuente: Texturómetro BROOKFIELD

CUADRO D-13: Resultados INIAP: Análisis Proximal y Minerales en las Muestras de Pan



ANÁLISIS	Cu ^Ω	Fe ^Ω	Mn ^Ω	Zn ^Ω	AMINOÁCIDOS ^Ω	TRIPTÓFANO ^Ω	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
MET. REF	U.FLORIDA. 1970	U.FLORIDA. 1970					
UNIDAD	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	
10-1523	6	47	8	41	**	**	PAN DE TRIGO NACIONAL
10-1524	4	74	9	37	**	**	PAN DE TRIGO IMPORTADO

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω	GRASA ^Ω	PROTEINA ^Ω	FIBRA ^Ω	E.L.M. ^Ω	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
MET. REF	U.FLORIDA. 1970	U.FLORIDA. 1970	U.FLORIDA. 1970	U.FLORIDA. 1970	U.FLORIDA. 1970	U.FLORIDA. 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
10-1523	5.54	2.35	13.30	10.97	1.87	71.51	PAN DE TRIGO NACIONAL
10-1524	6.59	2.09	12.59	12.17	1.41	71.74	PAN DE TRIGO IMPORTADO

ANÁLISIS	Ca ^Ω	P ^Ω	Mg ^Ω	K ^Ω	Na ^Ω	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
MET. REF	U.FLORIDA. 1970					
UNIDAD	%	%	%	%	%	
10-1523	0.02	0.38	0.04	0.22	0.74	PAN DE TRIGO NACIONAL
10-1524	0.02	0.33	0.03	0.20	0.67	PAN DE TRIGO IMPORTADO

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

Fuente: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

CUADRO D-14: Resultados INIAP: Contenido de Aminoácidos en las Muestras de Pan



ANÁLISIS METODO MET. REF	AMINOÁCIDOS			IDENTIFICACIÓN
	MO-LSAIA-26			
	CIMMYT 1985			
UNIDAD	%	10-1523	10-1524	
	Acido aspartico	0.59	0.59	10-1523 PAN DE TRIGO NACIONAL
	Treonina	0.35	0.37	10-1524 PAN DE TRIGO IMPORTADO
	Serina	0.57	0.65	
	Acido glutámico	4.75	5.24	
	Prolina	1.17	1.43	
	Glicina	0.50	0.57	
	Alanina	0.41	0.47	
	Cistina	0.19	0.31	
	Valina	0.59	0.68	
	Metionina	0.20	0.24	
	Isoleucina	0.43	0.46	
	Leucina	0.85	0.92	
	Tirosina	0.44	0.47	
	Fenilalanina	0.67	0.72	
	Histidina	0.32	0.35	
	Lisina	0.28	0.28	
	Arginina	0.91	0.89	
	Triptófano	0.08	0.09	

Fuente: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

ANEXO E

FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS E-1: Equipos Empleados en la Investigación



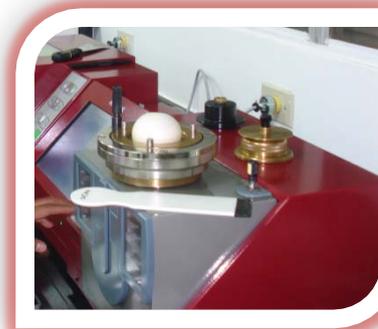
FARINÓGRAFO



MIXOLAB



ALVEÓGRAFO



TEXTURÓMETRO



Fuente : Proyecto PHPPF

FOTOGRAFÍAS E-2: Proceso de elaboración de pan



Fuente: Proyecto PHPPF

BOLEADO



SEGUNDA FERMENTACIÓN



COCCION



PAN



Fuente: Proyecto PHPPF

FOTOGRAFÍAS E-3: Pan de Trigo Importado y del Mejor Tratamiento:

PAN DE TRIGO IMPORTADO “MIRAFLORES COMERCIAL”



Fuente: Proyecto PHPPF

CORTE TRANSVERSAL DEL PAN DE TRIGO IMPORTADO “MIRAFLORES COMERCIAL”



Fuente: Proyecto PHPPF

**PAN DE 60% TRIGO NACIONAL + 40% TRIGO IMPORTADO
MEJOR TRATAMIENTO (40ppm hemicelulosa + 100ppm glucosa oxidasa
+100ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm Ac. Ascórbico)**



Fuente: Proyecto PHPPF 2010

**CORTE TRANSVERSAL DEL PAN DE 60% TRIGO NACIONAL + 40%
TRIGO IMPORTADO, MEJOR TRATAMIENTO (40ppm hemicelulosa + 100ppm
glucosa oxidasa +100ppm estearil lactilato de sodio + 30 ppm ADAMIX + 80 ppm
Ac. Ascórbico)**

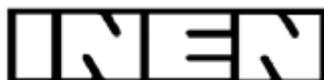


Fuente: Proyecto PHPPF

ANEXO F

NORMAS INEN

NORMA INEN F-1



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito – Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 616:2006

Tercera revisión

HARINA DE TRIGO. REQUISITOS.

Primera Edición

WHEAT FLOUR SPECIFICATIONS

First Edition

DESCRIPTORES: Trigo, harina, productos de molinería.

AL 02.02-401

CDU: 664.633.11

CIU: 3116

ICS: 67.060



Norma Técnica Ecuatoriana	HARINA DE TRIGO	NTE INEN 616:2006 Tercera Revisión
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las harinas de trigo para consumo humano.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>2.1 En esta norma se aplica a la harina de trigo fortificada o enriquecida que se destina al consumo directo y al uso industrial, principalmente para la elaboración de pan, pastas, fideos y galletas.</p> <p>3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Harina de trigo. Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (<i>Triticum vulgare</i>, <i>Triticum durum</i>) hasta un grado de extracción directo, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado).</p> <p>3.2 Grado de extracción. Es el rendimiento, en porcentaje de harina, que se obtiene en kilogramos por cada 100 kg de trigo limpio.</p> <p>3.3 Gluten. Es una sustancia de naturaleza proteica que se forma por hidratación de la harina de trigo y que tiene la característica especial de ligar los demás componentes de la harina.</p> <p>3.4 Leudante. Es toda sustancia química u organismo que en presencia de agua, con o sin acción de calor, provoca la producción de anhídrido carbónico.</p> <p>3.5 Harina autoleudante. Es la harina que contiene una cierta cantidad de sustancia leudantes.</p> <p>3.6 Harina fortificada. Es la harina que contiene agregados de vitaminas, sales minerales u otros micronutrientes. El producto que corresponde a esta definición debe contener todos los elementos de enriquecimiento descritos en la tabla 1.</p> <p>4. CLASIFICACION</p> <p>La harina de trigo, de acuerdo a su uso se clasifica en:</p> <p>4.1 Harina panificable</p> <p>4.1.1 Extra. Es la harina elaborada hasta un grado de extracción determinado, que puede ser tratada con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificadas con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.</p> <p>4.2 Harina integral. Es la harina obtenida de la molienda de granos limpios de trigo y que contiene todas las partes de éste, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificadas con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></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 autoleudantes, 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 autoleudante. 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 en 2.1.

5.1.4 No deberá contener insectos vivos ni sus formas intermedias de desarrollo .

5.1.5 Debe estar libre de excretas animales.

5.1.6 Cuando la harina de trigo sea sometida a un ensayo normalizado de tamizado, mínimo 95% deberá pasar por un tamiz INEN 210 um (No 70).

5.2 Generales de aditivos

5.2.1 Agentes leudantes

(Continúa)

5.2.1.1 Las harinas autoleudantes 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 autoleudantes 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.

SUSTANCIAS	UNIDAD	REQUISITO MÍNIMO
Hierro reducido o micronizado	mg/kg	55,0
Tiamina (vitamina B ₁)	mg/kg	4,0
Riboflavina (vitamina B ₂)	mg/kg	7,0
Ácido fólico	mg/kg	0,6
Niacina	mg/kg	40

5.3 Requisitos físicos y químicos, se indican en la tabla 2.

(Continúa)

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 5
Proteína (base seca)	%	10	-	11	-	10	-	9	-	9	-	NTE IN EN 5
Cenizas (base seca)	%	-	0,75	-	2,0	-	0,8	-	0,75	-	3,5	NTE INEN 5;
Acidez (Exp. en ácido sulfúrico)	%	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	NTE INEN 5;
Gluten húmedo	%	25	-	-	-	23	-	23	-	23	-	NTE INEN 5;

* Para el caso de harina 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	Limite máximo	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	100 000	NTE INEN 1 529-5
Coliformes	ufc/g	100	NTE INEN 1 529-7
E. Coli	ufc/g	0	NTE INEN 1 529-8
Salmonella	ufc/25 g	0	NTE INEN 1 529-15
Mohos y levaduras	ufc/g	500	NTE INEN 1 529-10

5.4.1 Para la aceptación de lotes (o partidas) de harina, se debe cumplir con los requisitos microbiológicos del Anexo A.

6. INSPECCIÓN.

6.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 617.

6.2 Criterios de aceptación y rechazo

6.2.1 Defectos críticos corresponde al incumplimiento de los requisitos establecidos en 5.4 y Anexo A, con el siguiente rechazo del lote.

6.2.2 Defectos mayores; corresponde al incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en 5.1, 5.2 y 5.3.

(Continúa)

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 ideables, 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 fórmula 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,
- k) norma NTE INEN de referencia,
- l) lugar de origen (ciudad, país), y
- m) en caso de exportación, podrá agregarse cualquier información adicional que el país de destino así lo exija.

(Continúa)

ANEXO A

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	10^6	NTE INEN 1 529-8
Coliformes	ufc/g	5	2	10^2	10^3	NTE INEN 1 529-7
E. coli	ufc/g	5	2	0		NTE IN EN 1 529-8
Salmonella	ufc/25 g	5	0	0		NTE INEN 1 529-11
Mohos y levaduras	ufc/g	5	2	5×10^2	10^3	NTE INEN 1 529-10

En donde:

n = número de muestras de lote que deben analizarse,

e = número de muestras defectuosas aceptables,

m = límite de aceptación,

M = límite de rechazo.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 517:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de las partículas.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 518:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 519:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la proteína.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 520:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la ceniza.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 521:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 522:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 523:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 525:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación del bromato de potasio en harinas blanqueadas y en harina integral. (Método cualitativo y cuantitativo).</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 526:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la concentración del ion hidrógeno.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 528:1981	<i>Harina de trigo. Apreciación del color.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 529:1981	<i>Harina de trigo. Determinación del gluten.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 530:1981	<i>Harina de trigo. Ensayo de panificación.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 531:1981	<i>Harina de trigo. Determinación de la sedimentación.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 617:1981	<i>Harina de origen vegetal. Muestreo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-5:1995	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-7:1996	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-8:1996	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E. coli.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-10:1996	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de mohos y levaduras viables.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-15:1996	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la presencia o ausencia de salmonella.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Venezolana GOVENIN 217 (*Harina de trigo* (2da. revisión). Comisión Venezolana de Norma Industriales, Caracas. 1989.

Norma Colombiana ICONTEC 267. *Harina de trigo para panificación*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá. 1986 (2da. revisión).

Norma Centroamericana ICAITI 340-83. *Harina de origen vegetal. Harina de trigo*. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. 1986.

Norma Española UNE 34400. *Harina de trigo*. Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid. 1952.

(Continúa)

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 616 Tercera revisión	TÍTULO: HARINA DE TRIGO. REQUISITOS.	Código: AL 02.02-401
---	---	--------------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior 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	MOLINIO ELECTRÓ MODERNO
Carlos San Lucas	SUPAN
Ivo Klaric	MOLINOS DEL ECUADOR
Daniel Rivero	MOLINOS POULTIER
Eduardo López	MOLINOS POULTIER
Loyde Triana	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE DE GUAYAQUIL
Ramiro Ruano	MOLINERA MANTA
Jorge Carvajal	MICIP
Alexandra Asimbaya	GRUPO SUPERIOR
Erika Mosquera	LA INDUSTRIA HARINERA
Hernán Riosfrio	DIRECCIÓN METROPOLITANA DE SALUD
Gloria Bajaña	ESPOL
Gonzalo Arteaga (Secretario Técnico)	INEN

Otros trámites.

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2005-12-14

Oficializada como: Obligatoria Por Acuerdo Ministerial No. 06-024 de 2006-01-12
 Registro Oficial No. 195 de 2006-01-25

NORMA INEN F-2



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito – Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 530:1980

Segunda revisión

HARINA DE TRIGO. ENSAYO DE PANIFICACIÓN.

Primera Edición

DESCRIPTORES: Trigo, harina, productos de molinería.

AL 02.02-314

CDU: 664.841



Norma Ecuatorian	HARINA DE TRIGO	INEN 530 1980-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los métodos para determinar las características de panificación de la harina de trigo.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 En esta norma se describen el método manual, el método de referencia y la capacidad de absorción de agua en la harina de trigo para el ensayo de panificación.</p> <p style="text-align: center;">3. TERMINOLOGÍA</p> <p>3.1 Calidad del pan. Es el conjunto de condiciones que debe reunir el pan elaborado con harina de trigo panificable, como: peso, volumen, corteza, apariencia, simetría, color de la miga, textura de la miga y grano de la miga, expresado en unidades de una escala centesimal, en la que el valor 100 corresponde a la calidad óptima.</p> <p>3.2 Absorción de agua. Es la cantidad de agua necesaria, expresada en porcentaje del peso de la harina, para obtener una masa de consistencia adecuada.</p> <p>3.6 Rendimiento en pan. Es el peso del pan en gramos, correspondiente a 100g de harina, obtenido por pesada efectuada una hora después de la salida del pan del horno.</p> <p>3.7 Volumen del pan. Es el volumen desalojado por el pan expresado en cm³. Se relaciona con la panificación de 100 g da harina.</p> <p>3.8 Textura de la miga. Es el grado de elasticidad o blandura y se determina enteramente con el sentido del tacto. Los dedos se oprimen ligeramente contra la superficie de un pedazo de pan cortado y se hacen deslizar sobre ella. La sensación producida por esta operación puede describirse como suave, elástica, áspera, tosca, desmenuzable, según el caso.</p> <p>3.6 Grano de la miga. La porosidad o estructura de la celdilla de gas está constituida por el tamaño, forma y distribución de ésta. Un grano deseable está compuesto por celdas pequeñas de tamaño uniforme, de forma oval y de paredes delgadas.</p> <p>3.9 Apariencia. Aspecto exterior del pan.</p> <p>3.10 Color. Característica peculiar del pan producida por la luz reflejada sobre éste y que impresiona a la vista.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

4. METODO MANUAL

4.1 Instrumental.

- 4.1.1 *Termómetro para masas*, con escala de 15 a 40°C.
- 4.1.2 *Termómetro para el horno*, con escala de 100 a 260°C.
- 4.1.3 *Recipientes de aluminio*, para la masa en fermentación.
- 4.1.4 *Molde para panificación estañado*, de acuerdo con lo indicado en la Figura 1.
- 4.1.5 *Horno de panadería*, con temperatura de $210 \pm 5^\circ\text{C}$.
- 4.1.6 *Aparato para medición del volumen de los panes*, por desplazamientos de semillas. (Panvolumenómetro).
- 4.1.7 *Aparato para la medición de la altura de los panes* (puede ser simplemente una regla).
- 4.1.8 *Balanza*, sensible al 0,1mg.
- 4.1.9 *Amasadora eléctrica con control de golpes*.
- 4.1.10 *Espátulas*.
- 4.1.11 *Probeta* de 1000 cm³.

4.2 Reactivos.

- 4.2.1 *Harina de trigo*, 500 g.
- 4.2.2 *Levadura prensada*, 15 g.
- 4.2.3 *Sal*, 10 g.
- 4.2.4 *Azúcar*, 15 g.
- 4.2.5 *Grasa*, 10 g.
- 4.2.6 *Agua potable*.

4.3 Procedimiento

- 4.3.1 Colocar los 500 g de harina sobre una mesa o en un amasador.
- 4.3.2 Mezclar en un recipiente adecuado la levadura y el azúcar y disolver en 100 cm³ de agua.
- 4.3.3 En recipiente aparte disolver la sal en 100 cm³ de agua.4.3.4 Calentar separadamente la mezcla 4.3.2 y la solución salina 4.3.3 para disolver los ingredientes hasta una temperatura de $28 \pm 5^\circ\text{C}$.4.3.5 Agregar a la harina primeramente la mezcla.
- 4.3.2 y luego la solución 4.3.3. Añadir luego, poco a poco, el agua necesaria para alcanzar una masa de consistencia adecuada. Debe anotarse la cantidad total de agua utilizada, incluyendo las empleadas en 4.3.2 y 4.3.3; ésta será la capacidad de absorción de agua.

(Continúa)

4.3.6 En condiciones asépticas, amasar a mano la masa formada, hasta alcanzar una masa de características satisfactorias. Esta operación no debe durar menos de seis minutos. Dos minutos antes de terminar el amasado agregar los 10 g de grasa.

4.3.7 La temperatura de agua, ingredientes y recipientes debe ser tal que la temperatura final de la masa sea de $28 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

4.3.8 Redondear la masa con la mano y colocar en un recipiente, que debe estar situado en un lugar cuya temperatura sea la más cercana a 30°C y cuya humedad relativa sea la más elevada posible (63%); para obtener esta humedad puede recubrirse el recipiente con una tela húmeda y limpia, dejar fermentar la masa durante 100 minutos.

4.3.9 Amasar nuevamente a mano por un tiempo de 2 minutos y nuevamente redondear la masa, colocar en el recipiente y dejar fermentar por un tiempo de 25 minutos, en condiciones iguales a las anotadas en 4.3.8.

4.3.10 Remover la masa del recipiente, desgasificar nuevamente y pesar. Dividir la masa en cinco porciones del mismo peso. Cada una de estas porciones se aplana con las manos hasta formar un hojaldre grueso (0,5-1 cm). Estas porciones de masa se enrollan a mano y se colocan en los moldes, procurando que la unión quede hacia la parte inferior. Colocar los moldes en un lugar cuyas condiciones sean similares a las indicadas en 4.3.8 y dejar fermentar durante un tiempo de 60 minutos.

4.3.11 Hornear la masa a una temperatura de $210 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 25 minutos. A los 5 minutos de retirado del horno, debe sacarse el pan del molde.

4.4 Cálculo.

Absorción. Es el valor obtenido según 4.3.5 y se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$A = W - (100 - p)$$

Siendo:

A = porcentaje de absorción de agua.

W = cm^3 del agua total añadida.

P = masa de la harina.

(Continúa)

4.4.1 Peso. Después de una hora de retirado el pan del horna, pesarlo.

4.4.2 Volumen. Para determinar el volumen del pan debe usarse el aparato Panvolumenómetro; si no se dispone de éste, enrasarse con semillas (de nabo u de otras semillas en tamaño y forma iguales) un recipiente adecuado, por ejemplo un balde pequeño. Enseguida se retira gran parte de estas semillas, se coloca dentro del recipiente el pan cuyo volumen debe determinarse y se cubre con las semillas, hasta volver a llenar por completo el recipiente. Se mide el volumen de las semillas desplazadas o no utilizadas por medio de una probeta, siendo éste el volumen del pan.

4.4.2.1 Deben promediarse el volumen de los cinco panes obtenidos en cada ensayo de panificación. Si la máxima diferencia de volumen de dos panes excede de 100 cm³, debe realizarse un segundo ensayo.

4.5 Características externas e internas Antes de las 24 horas de haberse obtenido el pan y por medio de puntaje se determinan las características del pan, al que se le asignan los valores indicados a continuación:

4.5.1 Color de la Corteza.

Dorado	15 puntos
Pálido	10 puntos
Muy pálido	5 puntos
Oscuro	0 puntos

4.5.2 Apariencia y simetría.

Muy bueno	15 puntos
Bueno	10 puntos
Regular	5 puntos
Malo	0 puntos

4.5.3 Sabor.

Muy agradable	10 puntos
Agradable	5 puntos
Desagradable	0 puntos

4.5.4 Color de la miga.

Blanco	10 puntos
Crema	5 puntos
Gris	0 puntos

(Continúa)

4.5.5 Textura de la miga.

Muy buena	30 puntos
Buena	20 puntos
Regular	10 puntos
Mala	0 puntos

4.5.6 Grano de la miga. De acuerdo con el tamaño, la forma y la distribución de los poros o estructuras de las celdillas de gas, será:

Bueno	20 puntos
Regular	10 puntos
Malo	0 puntos

4.5.7 Un pan ideal reúne un puntaje máximo de 100 puntos.

4.5.8 Deben promediarse los valores de calificación de los cinco panes obtenidos en cada ensayo. Las calificaciones promedios de dos ensayos no deberán diferir en más de 1 punto.

4.5.9 El puntaje de aceptación debe alcanzar un mínimo de 50 puntos.

5. METODO DE REFERENCIA

5.1 Instrumental

5.1.1 *Farinógrafo Brabender.*

5.1.2 *Mezclador planetario.*

5.1.3 *Termómetro para masa, con escala de 15 a 40°C.*

5.1.4 *Termómetro para el horno, con escala de 100 a 260°C.*

5.1.5 *Recipientes de aluminio para las masas en fermentación.*

5.1.6 *Cámara de fermentación y de Reposo, capaces de mantener una temperatura de $30 \pm 0,5^\circ\text{C}$ y una humedad relativa superior a 75%.*

5.1.7 *Boleador.*

5.1.8 *Moldeador mono universal o su equivalente.*

5.1.9 *Moldes para panificación, con las dimensiones siguientes: base de 6 cm por 12,5 cm; parte superior 7,5 cm por 14 cm y una altura aproximada de 6 cm.*

5.1.10 *Horno rotatorio de laboratorio, capaz de mantener una temperatura de $210 \pm 5^\circ\text{C}$.*

5.1.11 *Medidor de volumen de panes, por desplazamiento de semillas, (Panvolumenómetro).*

5.1.12 *Vitrina para almacenar panes, una vez pesados y medidos.*

5.1.13 *Cucharones, espátulas, buretas, vasos de precipitación.*

(Continúa)

5.1.14 *Balanza*, sensible al 0,1g.

5.2 Reactivos.

5.2.1 *Levadura*. Disolver 12g de levadura en agua corriente y completar a 100 cm³. Esta solución debe prepararse antes de utilizarla.

5.2.2 *Grasa* 2 g.

5.2.3 *Harina de trigo* en sustancia seca.

5.2.4 *Solución de azúcar y sal*. Disolver 12 g de azúcar y 8 g de sal en agua y completar a 100 cm³.

5.2.5 *Agua*.

5.3 Procedimiento.

5.3.1 La harina de trigo se panifica dos veces en días diferentes, siguiendo el procedimiento siguiente:

5.3.1.1 Pesar 43 g de harina seca, 1.5 g de levadura, 1 g de sal, 1 g de manteca y colocar en la mezcladora del Farinógrafo de Brabender. Añadir agua hasta obtener una consistencia de 430 unidades de Brabender. Leer directamente el porcentaje de absorción en la bureta del Farinógrafo.

5.3.1.2 La temperatura de las soluciones con los ingredientes de la harina y los recipientes deben ser tales que la temperatura final de la masa sea de 28°C.

5.3.2 Por otra parte, colocar en el mezclador una cantidad de harina correspondiente a 86g en sustancia seca, agregar 25 cm³ de la suspensión de levadura (ver 5.2.1), 25 cm³ de la solución de azúcar-sal y agua de acuerdo a lo determinado en 5.3.1.1. Mezclar a velocidad baja durante 10 minutos. Un minuto y medio antes de terminar la mezcla, agregar 2 g de manteca.

5.3.3 Remover la masa del recipiente del mezclador y colocar en el boleador. Retirar la masa una vez que el plato del boleador haya completado 20 revoluciones y colocar en el recipiente de fermentación y éste en la cámara de fermentación. Dejar fermentar por 100 minutos a una temperatura de 30 ± 5°C y una humedad relativa superior a 75%. Volver a mezclar a velocidad intermedia durante un minuto. Dejar fermentar por otros 25 minutos en las mismas condiciones.

5.3.4 Pasar la masa por el moldeador, usando como cilindrador, dos veces: la primera con una abertura de 0.793 cm y la segunda con una de 0.476 cm. Dividir la masa en porciones correspondientes a 86 g de harina en sustancia seca.

(Continúa)

Pasar por el moldeador, que debe graduarse de acuerdo con la cantidad de masa que se va a moldear, y colocar en el molde con la unión hacia abajo. Colocar el molde en la cámara de reposo a $30 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa superior a 75%.

5.3.5 Dejar fermentar la masa en el molde durante una hora.

5.3.6 Hornear la masa durante 25 minutos a una temperatura de $210 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Antes de cada horneado de ensayo, se debe hornear una serie de panes (no de ensayo), para uniformar las condiciones del horno. A los 5 minutos de retirado del horno, sacar el pan del molde.

5.4 Cálculos

5.4.1 Absorción. La absorción es el valor obtenido directo en 5.3.1.1.

5.4.2 Peso y volumen. Después de una hora de retirado el pan del horno, se pesa y se determina el volumen como se anota en 4.4.2.

5.4.3 Deben promediarse los resultados de los ensayos de panificación. Si los volúmenes de los ensayos difieren en más de 100 cm^3 , debe realizarse un tercer ensayo.

5.4.4 Características externas e internas. Serán Determinadas de acuerdo al numeral 4.5 de esta norma.

6. ERRORES DE METODO

6.1 Para el método manual. La diferencia entre los resultados de la calificación efectuada en 5 panes no debe diferir en más de 10 puntos.

6.2 Para el método de referencia. Si la diferencia entre los resultados de la calificación efectuada por duplicado en los ensayos de volúmenes difiere más de 100 cm^3 , debe realizarse otra determinación.

7. INFORME DE RESULTADOS

7.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los ensayos obtenidos en la determinación.

7.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

7.3 Debe incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

APENDICE Z.

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z. 2 BASE DE ESTUDIO

Seminario de Panificación. Universidad Técnica del Estado. Escuela Tecnológica Great Plains Wheat. Santiago, 1977.

Escuela Politécnica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Utilización de la harina de papa en panificación. Pruebas de Panificación. Boletín Técnico N° 7. 1974.

Escuela Politécnica Nacional. Ensayos Farinográficos y de Panificación con harinas compuestas. Boletín Técnico N° 5. Quito, 1973.

Norma Colombiana ICONTEC 310. Ensayos de panificación de la harina de trigo. Método de referencia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Venezolana NORVEN 218 P. Harina de trigo. Métodos de Análisis. Volumen y prueba experimental de panificación. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1965.

Norma Colombiana ICONTEC 291. Ensayos de panificación de la harina de trigo. Método manual. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Chilena INDITECNOR 23-23 d. Calidad de la Harina Panadera de trigo. Instituto de Investigaciones Tecnológicas y Normalización. Chile, 1965.

Winton A.L. y Winton K.B. Análisis de Alimentos. Reverte 2da., edición, pp 556. Barcelona, Buenos Aires, 1958.

AACC. Method 10-10 Pag. 1 de 7 Baking quality of wheat bread flour straight dough method. American Association of cereal chemists aproved method. Published American Association of Cereal Chemists Inc, 1821 University Avenue St. Paul, Minnesota. 55104 U.S.A.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

La Norma INEN 530 fue sometida a consulta pública de 1978-04-25 a 1978-06-09 y se tomaron en cuenta todas la observaciones recibidas.

La Norma en referencia fue estudiada por el Comité Técnico AI 02-02, HARINAS DE ORIGEN VEGETAL, y aprobada por éste en 1979-06-20.

Formaron parte del Comité Técnico las siguientes personas:

INTEGRANTES:

Sr. Patricio Hidalgo P.
Sr. Godifrey Berry
Sr. Gustavo Negrete
Dra. Marlene de San Lucas
Sr. Pedro Novillo
Ing. Edgar Alvarado
Ing. Poema Jiménez
Sr. Rafael Clavijo
Ing. César Cáceres
Sr. Wilfrido Llaguno
Ing. Jaime Gallegos
Ing. Peter Alter
Dr. Luis Vallejo
Ing. Washington Moreno

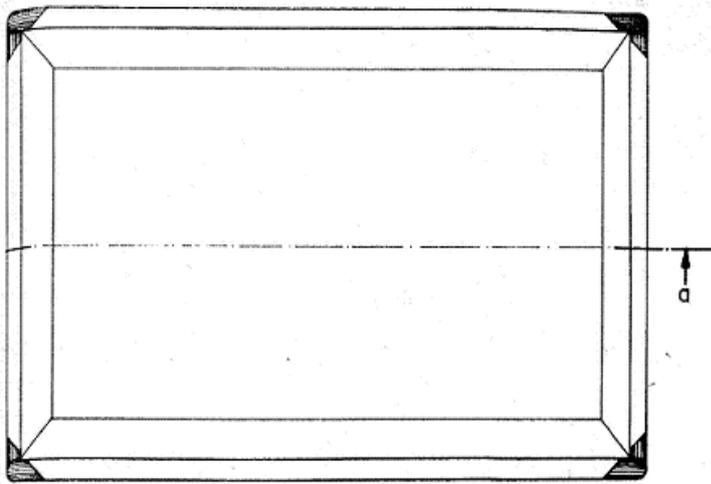
Srta. Lourdes Chamorro
Sr. José Bueno
Dra. Iclea de Rodríguez
Sr. Rafael Aguirre
Ing. Iván Navarrete
Lic. María Eugenia de Mora
Dra. Leonor Orozco

ORGANIZACIÓN REPRESENTADA:

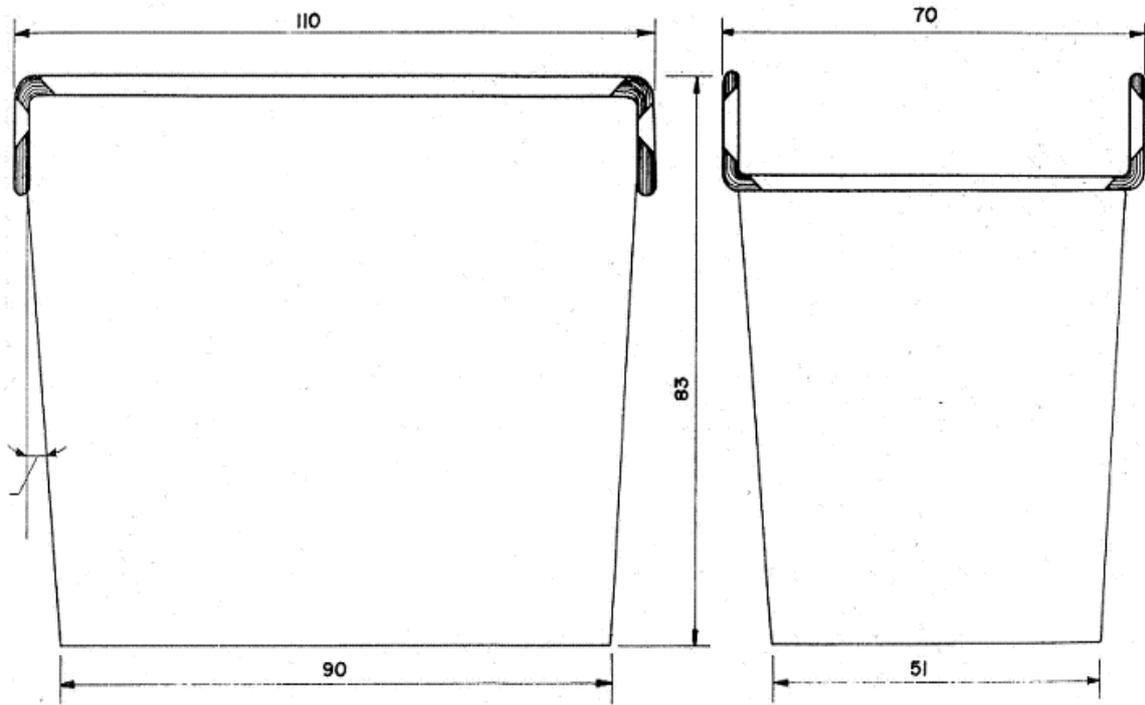
MOLINEROS DE LA SIERRA
INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
MICEI
MICEI
MICEI (Guayaquil)
CENDES
MAG
MAG (Guayaquil)
MAG
FAO
INSTITUTO NAC. DE NUTRICIÓN
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
TECNOLOGICAS (Guayaquil)
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
MOLINOS POULTIER
INSTITUTO IZQUIETA PEREZ
INEN
INEN
INEN
INEN

Esta Norma fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, en sesión de 1980-12-11.

El Sr. Ministro de Industrias, Comercio e Integración autorizó y oficializó esta norma con el carácter de OBLIGATORIA, mediante acuerdo N° 220 de 1981-03-04, publicado en el Registro Oficial N° 418 de 1981-04-13.



Vista Superior



Vista Frontal

Vista Lateral

Molde para panificación (Estañó).

Figura Nº 1