



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



CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema:

**“UTILIZACIÓN DE MEJORADORES EN LA HARINA DE TRIGO
NACIONAL (*Triticum aestivum*) PARA LA ELABORACIÓN DE
PAN”**

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:

Álvarez Pulluquitín Miryam Alexandra

TUTOR:

Ing. Héctor Aníbal Saltos S.

AMBATO – ECUADOR

2012

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Héctor Aníbal Saltos S.

En mi calidad de Tutor, del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema:

“UTILIZACIÓN DE MEJORADORES EN LA HARINA DE TRIGO NACIONAL (*Triticum aestivum*) PARA LA ELABORACIÓN DE PAN” de la Egresada: Miryam Alexandra Álvarez Pulluquitín, estudiante de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Mayo 2012

.....
Ing. Héctor Aníbal Saltos S.

AUTORÍA DE LA TESIS

Los criterios emitidos en el siguiente trabajo de investigación **“UTILIZACIÓN DE MEJORADORES EN LA HARINA DE TRIGO NACIONAL (*Triticum aestivum*) PARA LA ELABORACIÓN DE PAN”** así también como los contenidos, ideas, análisis, y propuestas, son de responsabilidad de Miryam Alexandra Álvarez Pulluquitín realizado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Mayo 2012

.....
Miryam Alexandra Álvarez Pulluquitín

AUTORA

APROBACIÓN POR EL 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, Mayo 2012

Para constancia firman:

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Cuando se alcanza una meta el espíritu se engrándese por el deber cumplido, sin embargo el mérito no siempre es único; por eso dedico a Dios por darme salud y vida, y por ser quien guía cada uno de mis pasos.

A mis padres: Laura y José quienes estuvieron conmigo en todo momento, me han brindado su amor, ayuda y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

A mi hermana: Nely por ser quién me tiende una mano amiga cuando lo necesito.

A mis amigas: Ale, Xime y Danny con quienes compartí buenos y malos momentos.

Miryam

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis padres, por ser quienes orientan mi vida a través de sus consejos, a ellos, que luchan día a día por darme bienestar y un futuro mejor.

También agradezco al Ing. Mario Álvarez quién estuvo en todo momento presto a brindarme su ayuda durante el desarrollo del proyecto, y de igual manera al Ing. Galo Sandoval.

A mi tutor el Ing. Héctor Aníbal Saltos S. por regalarme un poco de su tiempo y hacer posible la realización del presente trabajo.

A mis profesores de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, quienes con su enseñanza y paciencia contribuyeron a mi aprendizaje.

Miryam

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

Aprobación del tutor de tesis.....	ii
Autoría de la tesis.....	iii
Aprobación por el tribunal de grado.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas.....	xi
Índice de gráficos.....	xvi
Índice de figuras.....	xvii
Índice de cuadros.....	xix
Resumen ejecutivo.....	xxiii

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
Contextualización macro.....	2
Contextualización Meso.....	2
Contextualización Micro.....	3
1.2.2 Análisis crítico.....	4
1.2.3 Prognosis	6
1.2.4 Formulación del problema.....	6
1.2.5 Delimitación del objeto de investigación.....	7
1.3 Justificación.....	7
1.4 Objetivos.....	8

1.4.1	General.....	8
1.4.2	Específicos.....	8

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	10
2.1	Antecedentes.....	10
2.2	Fundamentación filosófica.....	13
2.3	Fundamentación legal.....	13
2.4	Categorías fundamentales.....	14
2.4.1	Trigo.....	15
2.4.2	Trigo importado.....	16
2.4.3	Trigo nacional.....	17
2.4.4	Características de la harina para pan.....	18
2.4.5	Características del pan.....	19
2.4.6	Características reológicas.....	21
2.4.7	Equipo Mixolab Simulator.....	22
2.4.8	Equipo Mixolab Profiler.....	24
2.4.9	Equipo Texturómetro Brookfield.....	25
2.4.10	Mejora de la harina.....	26
	Mejoradores.....	27
	Proteína.....	27
	Gluten vital.....	27
	Enzimas.....	28
	Glucosa oxidasa.....	28
	Emulsificantes.....	28
	Esteaoril lactilato de sodio.....	29
2.5	Hipótesis.....	30
2.5.1	Diseño experimental.....	30
2.6	Señalamiento de variables.....	32
2.7	Metodología de la investigación.....	32

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA.....	34
3.1 Modalidad básica de la investigación.....	34
3.2 Nivel o tipo de investigación.....	34
3.3 Población y muestra.....	35
3.4 Operacionalización de variables.....	36
3.5 Plan de recolección de información.....	38
3.6 Plan de procesamiento de información.....	38

CAPÍTULO IV

4. Análisis e interpretación de resultados.....	39
4.1 Análisis de los resultados.....	39
4.1.1 Caracterización de masas mediante el uso del equipo Mixolab Profiler.....	39
Índice de absorción de agua.....	39
Índice de amasado.....	41
Índice de gluten.....	42
Índice de viscosidad de gel de almidón.....	43
Índice de resistencia de la amilasa.....	44
Índice de retrogradación del almidón.....	45
4.1.2 Caracterización Farinográfica con el equipo Mixolab Simulator	46
Hidratación.....	46
Tiempo de desarrollo de la masa.....	47
Estabilidad de la masa.....	49
Debilitamiento de la masa.....	50
4.1.3 Selección de los mejores tratamientos.....	50
4.1.4 Comparación de mejores tratamientos y trigo importado a través del Mixolab Profiler.....	51

4.1.5	Comparación farinográfica de mejores tratamientos y trigo importado.....	53
4.1.6	Análisis organoléptico de pan de mejores tratamientos y trigo importado.....	53
	Color de la corteza.....	54
	Apariencia de la miga.....	55
	Friabilidad.....	55
	Textura del pan.....	56
	Sabor.....	56
4.1.7	Caracterización del pan de mejores tratamientos y trigo importado	
	Peso.....	57
	Diámetro.....	58
	Altura.....	58
	Volumen.....	58
4.1.8	Análisis de Textura de pan de mejores tratamientos y trigo importado con el empleo del texturómetro Brookfield.....	59
	Dureza.....	60
	Deformación según dureza.....	60
	Deformación recuperable.....	60
	Trabajo total.....	61
4.1.9	Costos de producción.....	61
4.2	Verificación de hipótesis.....	62

CAPÍTULO V

5.	Conclusiones y recomendaciones.....	63
5.1	Conclusiones.....	63
5.2	Recomendaciones.....	65

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA.....	66
6.1 Datos informativos	66
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	67
6.3 Justificación.....	68
6.4 Objetivos.....	69
6.5 Análisis de factibilidad.....	70
6.6 Fundamentación científico-técnica.....	71
6.7 Metodología. Modelo operativo.....	74
6.8 Administración.....	76
6.9 Previsión de la evaluación.....	77

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA.....	78
WEB-graffa.....	81

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de catación de aceptabilidad de pan.....	87
Anexo 2. Porcentaje de mejoradores utilizados en harina de trigo nacional-cojitambo.....	88
Anexo 3. Diagrama de bloques de la elaboración de pan.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores y niveles para elaborar el diseño experimental.....	31
Tabla 2. Tiempo seguro de almacenamiento en función de las diferentes temperaturas y el contenido de humedad de los granos.....	67

Tabla 3. Recursos económicos de la propuesta.....	70
Tabla 4. Modelo operativo de la propuesta.....	74
Tabla 5. Equipos y materiales para la realización de la propuesta.....	75
Tabla 6. Administración de la propuesta.....	76
Tabla 7. Preguntas básicas para la previsión de la evaluación.....	77

ANEXO A

Tabla A-1. Caracterización de masas en harina de trigo importado y en harina de trigo nacional – cojitambo.....	92
Tabla A-2. Farinografía en harina de trigo importado y en harina de trigo nacional – cojitambo.....	94

ANEXO B

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Tabla B-1. Comparación de los índices entre los mejores tratamientos y el trigo importado o control.....	97
---	----

FARINOGRAFÍA

Tabla B-2. Comparación de Farinografía de masas entre los mejores tratamientos y el trigo importado o control.....	97
---	----

EVALUACIÓN SENSORIAL

Tabla B-3. Valoración organoléptica del color de corteza de pan, tratamiento 41, 42 y control (sobre 5 puntos).....	98
Tabla B-4. Valoración organoléptica de la apariencia de la miga de pan, tratamiento 41, 42 y control (sobre 5 puntos).....	99
Tabla B-5. Valoración organoléptica de friabilidad de pan, tratamiento 41, 42 y control (sobre 5 puntos).....	100

Tabla B-6. Valoración organoléptica de textura de pan, tratamiento 41, 42 y control (sobre 5 puntos).....101

Tabla B-7. Valoración organoléptica de sabor de pan, tratamiento 41, 42 y control (sobre 5 puntos).....102

CARACTERIZACIÓN DEL PAN

TablaB-8. Formulación de pan.....103

TablaB-9. Características físicas de pan.....103

TEXTURA

Tabla B-10. Dureza de pan.103

Tabla B-11. Deformación según dureza de pan.....104

Tabla B-12. Deformación recuperable de pan.....104

Tabla B-13. Trabajo total de pan.....104

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Tabla B-14. Costos de producción de pan de trigo nacional.....107

VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Tabla B-15. Verificación de hipótesis.....108

ANEXO C (Todos los tratamientos)

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Tabla C-1. Análisis de Varianza. Índice de Absorción de agua a un 5% de significancia.....110

Tabla C-2 Análisis de Varianza. Índice de Amasado a un 5% de significancia.....113

Tabla C-3. Análisis de Varianza. Índice de fuerza de Gluten a un 5% de significancia.....113

Tabla C-4. Análisis de Varianza. Índice de Viscosidad de gel de almidón a un 5% de significancia.....	116
Tabla C-5. Análisis de Varianza. Índice de Resistencia de la amilasa a un 5% de significancia.....	116
Tabla C-6. Análisis de Varianza. Índice de Retrogradación del almidón a 5% de significancia.....	117

FARINOGRAFÍA

Tabla C-7. Análisis de Varianza. Hidratación a un 5% de significancia...	121
Tabla C-8. Análisis de Varianza. Tiempo de desarrollo a un 5 % de significancia.....	124
Tabla C-9. Análisis de Varianza. Estabilidad de la masa a un 5 % de significancia.....	127
Tabla C-10. Análisis de Varianza. Debilitamiento de la masa a un 5 % de significancia.....	130

ANEXO D (Mejores tratamientos con tratamiento control)

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Tabla D-1. Análisis de varianza. Índice de absorción de agua a un 5% de significancia.....	132
Tabla D-2. Análisis de varianza. Índice de amasado a un 5% de significancia.....	132
Tabla D-3. Análisis de varianza. Índice de fuerza de gluten a un 5% de significancia.....	133
Tabla D-4. Análisis de varianza. Índice de viscosidad de gel de almidón a un 5% de significancia.....	133
Tabla D-5. Análisis de varianza. Índice de resistencia de la amilasa a un 5% de significancia.....	133
Tabla D-6. Análisis de varianza. Índice de retrogradación del almidón a un 5% de significancia.....	134

FARINOGRAFÍA

Tabla D-7. Análisis de varianza. Hidratación a un 5% de significancia.....	134
Tabla D-8. Análisis de varianza. Tiempo de desarrollo a un 5% de significancia.....	135
Tabla D-9. Análisis de varianza. Estabilidad de la masa a un 5% de significancia.....	135
Tabla D-10. Análisis de varianza. Debilitamiento de la masa a un 5% de significancia.....	135

EVALUACIÓN SENSORIAL

Tabla D-11. Análisis de varianza. Color de la Corteza a un 5% de significancia.....	136
Tabla D-12. Análisis de varianza. Apariencia de la miga a un 5% de significancia.....	136
Tabla D-13. Análisis de varianza. Friabilidad a un 5% de significancia....	136
Tabla D-14. Análisis de varianza. Textura a un 5% de significancia.....	137
Tabla D-15. Análisis de varianza. Sabor a un 5% de significancia.....	137

CARACTERIZACIÓN DE PAN

Tabla D-16. Análisis de varianza. Peso a un 5% de significancia.....	137
Tabla D-17. Análisis de varianza. Diámetro a un 5% de significancia.....	138
Tabla D-18. Análisis de varianza. Altura a un 5% de significancia.....	138
Tabla D-19. Análisis de varianza. Volumen a un 5% de significancia.....	138

TEXTURA

Tabla D-20. Análisis de varianza. Dureza a un 5% de significancia.....	139
Tabla D-21. Análisis de varianza. Deformación según dureza a un 5% de significancia.....	139
Tabla D-22. Análisis de varianza. Deformación recuperable a un 5% de significancia.....	140

Tabla D-23. Análisis de varianza. Trabajo total a un 5% de significancia.....	140
--	------------

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Árbol de problemas.....	4
Gráfico 2. Red de inclusiones.....	14

ANEXO E

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO (Todos los tratamientos)

Gráfico E-1. Índice de absorción de agua	142
Gráfico E-2. Índice de absorción de amasado	142
Gráfico E-3. Índice de fuerza de gluten	143
Gráfico E-4. Índice de viscosidad de gel de almidón.....	143
Gráfico E-5. Índice de resistencia de la amilasa.....	144
Gráfico E-6. Índice de retrogradación del almidón.....	144

FARINOGRAFÍA (Todos los tratamientos)

Gráfico E-7. Hidratación.....	145
Gráfico E-8. Tiempo de desarrollo.....	145
Gráfico E-9. Estabilidad de la masa.....	146
Gráfico E-10. Debilitamiento de la masa.....	146

MEJORES TRATAMIENTOS Y TRIGO IMPORTADO

Gráfico E-11. Comportamiento reológico.....	147
Gráfico E-12. Parámetros farinográficos.....	148
Gráfico E-13. Caracterización del pan.....	149

Gráfico E-14. Cambios de textura. Dureza Vs tiempo.....	150
Gráfico E-15. Cambios de textura. Deformación según dureza Vs tiempo.....	150
Gráfico E-16. Cambios de textura. Deformación recuperable dureza Vs tiempo.....	151
Gráfico E-17. Cambios de textura. Trabajo total Vs tiempo.....	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Origen de las importaciones de trigo al Ecuador.....	16
Figura 2. Curva tipo de un farinograma con el Mixolab Protocolo Simulator.....	23
Figura 3. Curva tipo del Mixolab Protocolo Profiler.....	25
Figura 4. Curva tipo de textura.....	26

ANEXO F

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Figura F-1. Mixolab profiler. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital+ 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1: Tratamiento 41).....	154
Figura F-2. Mixolab profiler. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 2: Tratamiento 41).....	155
Figura F-3. Mixolab profiler. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1: Tratamiento 42).....	156
Figura F-4. Mixolab profiler. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 2: Tratamiento 42).....	157

Figura F-5. Mixolab profiler. Harina de trigo importado (Réplica 1: Tratamiento 0).....158

Figura F-6. Mixolab profiler. Harina de trigo importado (Réplica 2: Tratamiento 0).....159

FARINOGRAFÍA

Figura F-7. Farinograma. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1: Tratamiento 41).....160

Figura F-8. Farinograma. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 2: Tratamiento 41).....161

Figura F-9. Farinograma. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1: Tratamiento 42).....162

Figura F-10. Farinograma. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 2: Tratamiento 42).....163

Figura F-11. Farinograma. Harina de trigo importado (Réplica 1: Tratamiento 0).....164

Figura F-12. Farinograma. Harina de trigo importado (Réplica 2: Tratamiento 0).....165

TEXTURA DE PAN

Figura F-13. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 1).....166

Figura F-14. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día.....166

Figura F-15. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 3).....167

Figura F-16. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 4).....	167
Figura F-17. Texturómetro Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 1).....	168
Figura F-18. Texturómetro Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 2).....	168
Figura F-19. Texturómetro Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 3).....	169
Figura F-20. Texturómetro Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 4).....	169
Figura F-21. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1 y Réplica 2: Día 1).....	170
Figura F-22. Texturómetro Harina de trigo importado (Réplica 1 y Réplica 2: Día 2).....	170
Figura F-23. Texturómetro Harina de trigo importado (Réplica 1 y Réplica 2: Día 3).....	171
Figura F-24. Texturómetro Harina de trigo importado (Réplica 1 y Réplica 2: Día 4).....	171

ÍNDICE DE CUADROS

TRATAMIENTO 41

Cuadro F-1. Texturómetro. Harina de trigo nacional+4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+100ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1: Día 1).....	172
---	-----

Cuadro F- 2.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 2: Día 1).....	172
Cuadro F-3.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1: Día 2).....	173
Cuadro F-4.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 2:Día 2).....	173
Cuadro F-5.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1: Día 3).....	174
Cuadro F-6.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 2: Día 3).....	174
Cuadro F-7.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1: Día 4).....	175
Cuadro F-8.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 2: Día 4).....	175

TRATAMIENTO 42

Cuadro F- 9.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1: Día 1).....	176
Cuadro F-10.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 2: Día 1).....	176
Cuadro F-11.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1: Día 2).....	177

Cuadro F-12.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 2: Día 2).....	177
Cuadro F-13.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1: Día 3).....	178
Cuadro F-14.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 2: Día 3).....	178
Cuadro F-15.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 1: Día 4).....	179
Cuadro F-16.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm esteaoril lactilato de sodio (Réplica 2: Día 4).....	179

TRATAMIENTO 0

Cuadro F-17.Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1: Día 1).....	180
Cuadro F-18.Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 2: Día 1).....	180
Cuadro F-19.Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1:Día 2).	181
Cuadro F-20.Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 2: Día 2).....	181
Cuadro F-21.Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1: Día 3).....	182
Cuadro F-22.Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 2: Día 3).....	182
Cuadro F-23.Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1: Día 4).....	183
Cuadro F-24.Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 2: Día 4).....	183

ANEXO G

Fotografía G-1. Equipos utilizados para análisis.....	185
Fotografía G-2. Diagrama simplificado de elaboración de pan.....	186
Fotografía G-3. Pan de trigo nacional cojitambo + 4% gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm estearil lactilato de sodio.....	187
Fotografía G-4. Pan de trigo nacional cojitambo + 4% gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm estearil lactilato de sodio.....	187
Fotografía G-5. Pan de trigo importado CWRS de la molinería Superior.....	188

ANEXO H

NORMA NTE INEN 530:1980. HARINA DE TRIGO. ENSAYO DE PANIFICACIÓN.....	190
--	------------

RESUMEN EJECUTIVO

En este estudio experimental se elaboró pan con la adición de tres tipos de mejoradores: gluten vital, glucosa oxidasa y esteaoril lactilato de sodio. El objetivo era corregir las propiedades reológicas de la harina de trigo nacional y mejorar su aptitud para la elaboración de pan.

Se analizó el comportamiento reológico de la harina mediante el equipo Mixolab profiler y se realizaron pruebas de farinografía (simulador). Con base en el diseño experimental factorial $5 \times 3 \times 3$ se ha tratado de establecer el grado de influencia de los mejoradores en la harina. Para ello se llevaron a cabo los análisis de varianza correspondientes a tal diseño y se aplicaron pruebas de diferenciación significativa mínima de Tukey en los casos pertinentes.

Los mejores tratamientos han sido los siguientes: el T_{41} que contenía 4% de gluten, 60 ppm de glucosa oxidasa y 100 ppm de esteaoril lactilato de sodio; y el T_{42} que resulta de la combinación de 4% de gluten, 60 ppm de glucosa oxidasa y 150 ppm de esteaoril lactilato de sodio.

Se compararon las características del pan resultante de aplicar los mejores tratamientos con el pan de trigo importado CWRS (trigo rojo de primavera del oeste de Canadá) que expende el grupo Superior, para la cual se llevaron a cabo cataciones que permitieron establecer el grado de aceptabilidad, y observar los efectos sobre el color, apariencia de la miga, friabilidad, textura y sabor. De acuerdo a las tablas de ANOVA y pruebas de Dunnet no se encontró diferencia significativa (5%) entre los tratamientos en los primeros cuatro atributos; pero si en el sabor.

Posteriormente se caracterizó el producto; determinando el peso, diámetro, altura y volumen del pan de los mejores tratamientos y del pan de

trigo importado. Los panes de trigo nacional presentaron mayor diámetro y volumen; en tanto que con referencia al peso y altura no se encontraron diferencia significativa entre los tratamientos ($\alpha=0,05$).

Para analizar la dureza, se midió los cambios de textura del pan con la ayuda del texturómetro CT3 marca Brookfield. De acuerdo con las tablas de análisis de varianza y pruebas de Dunnet, no se apreciaron diferencias significativas respecto a: dureza, deformación según dureza, deformación recuperable y trabajo total, durante pruebas realizadas a lo largo de los cuatro días de almacenamiento.

Con el propósito de determinar la viabilidad de elaboración de pan con 100% trigo nacional con la adición de mejoradores, y analizar la competitividad del mismo respecto al elaborado con trigo importado se realizó una estimación de costos de producción. El costo de elaboración es de 8 centavos de dólar por unidad de alrededor de 60 g, lo que permite establecer que es posible competir, pues el pan de trigo importado se expende a 12 centavos. Por tanto debería considerarse la posibilidad de elaborar pan con trigo nacional, no solo porque significa reducción de costos al consumidor sino que también se verían favorecidos los pequeños agricultores de trigo de nuestro país, incentivando la producción de éste cereal.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 Tema

“Utilización de mejoradores en la harina de trigo nacional (*Triticum aestivum*) para la elaboración de pan”

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

El pan es un alimento básico que forma parte de la dieta tradicional en muchos países y que en Ecuador es altamente apreciado. Se suele preparar mediante el horneado de una masa elaborada fundamentalmente con harina de cereales, sal y agua; siendo el trigo el cereal más utilizado en la elaboración del pan, gracias al contenido de proteínas que permiten transformar una porción de harina y agua en una masa cohesiva. [Cauvain A., Young L., 1998]

Se cree que la elaboración del pan se inició por casualidad cuando mezclas de varios granos de cereal, toscamente molidos con una piedra y algo humedecidos, fueron sometidos a una fuente de calor que habría provocado que la masa adquiriera una consistencia sólida y comestible que podría haber sido el pan primitivo. [Cauvain A., YoungL., 1998]. [Actualmente, este alimento básico y milenarío se elabora de manera industrial con equipos altamente

mecanizados. Sin embargo, todavía existen hornos de leña en los que a diario se destinan varias horas para convertir la mezcla de agua, harina, sal y levadura en pan. [Evans, K., 2011]

Contextualización Macro. El trigo se cultiva en todo el mundo, desde los límites del Ártico hasta cerca del Ecuador. La producción mundial de trigo en 2006 fue de casi 598 millones de toneladas, un 4% menos que en 2005, debido principalmente a una reducción de la superficie plantada y al mal tiempo imperante en algunos de los principales países productores y exportadores, entre ellos los Estados Unidos y, varios países europeos y Australia.

De acuerdo al pronóstico de producción de trigo, elaborado por la FAO, se prevé un aumento del 5% que obedecería a que en los Estados Unidos habrá un aumento de la superficie sembrada, además de que se pronostica una destrucción invernal escasa para este año, por lo que la superficie cultivada se considera satisfactoria. También en Europa se observa un aumento en la superficie sembrada del cultivo, y en muchos países las condiciones invernales son favorables en esta región, siendo un indicador de buenas perspectivas para los rendimientos.[FAO,2007]

Las panificadoras son muy exigentes y necesitan distintos tipos de harinas, para elaborar mediante procesos altamente automatizados, diferentes productos que luego se comercializan masivamente en supermercados a otros locales. Ello ha determinado que los volúmenes de compra de trigo por parte de la molinería sean cada vez más acotados a especificaciones más estrictas. [Otamendi, M., 2011]

Contextualización Meso. En América Latina la producción total de trigo alcanzó 23,2 millones de toneladas en el 2007. Se destaca Argentina que tradicionalmente, ha sido un importante exportador de cereales pues a nivel

mundial se encuentra ubicado entre los primeros cinco países exportadores. [FAO, 2011]

Anualmente, la producción Argentina de trigo satisface la demanda doméstica y alrededor del 65,1 % del trigo exportado en 2006 tuvo como destino Brasil, seguido por Perú, Chile, Colombia y Sudáfrica [28]. En el 2008 Argentina ha producido sobre 16 millones de toneladas de trigo frente a la producción global de 36,7 millones de toneladas. Por ello tal país se conoce como el "Granero del mundo" y la ciudad de Leones en Córdoba utiliza el lema "Argentina Granero del Mundo, Leones capital nacional del trigo". [Producción de trigo en Argentina, 2005]

Contextualización Micro. En Ecuador se estima que existen 5000 hectáreas de trigo sembradas en la Sierra, las que, según Luis Rodríguez, del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (Iniap), pertenecen a los pequeños agricultores. La producción total del país se encuentra entre 10 mil y 15 mil toneladas, con un rendimiento promedio que oscila entre 2,5 y 3 toneladas por hectárea. Este volumen de producción es insuficiente para cubrir con la demanda interna que se acerca a 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. [FAO, 2008]

Hasta agosto de 2007, Ecuador importó trigo por un valor de 74,5 millones de dólares, siendo Canadá el principal proveedor con 46,6 millones de dólar, seguido de Argentina con 16,54 millones y 11,4 millones de dólar de los EEUU. Para reducir este volumen, en la actualidad el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, MAGAP; está proporcionando semillas certificadas con el propósito de recuperar y reactivar cultivos agrícolas de trigo y mejorar los ingresos de los campesinos. [El Ciudadano, 2011]

El enfoque estatal plantea que “es prioritario recuperar la producción de trigo, a fin de disminuir las importaciones y reducir la pobreza, es por ello que el MAGAP a través de su Política de Reactivación del Agro desea diversificar la producción agrícola, rescatar cultivos ancestrales y brindar a los pequeños agricultores, créditos e insumos, que les permita mejorar las condiciones de vida”. Como consecuencia de tal política se está obligando a las molinerías a adquirir el trigo nacional. [El Hoy, 2011]

1.2.2 Análisis crítico

Se plantea el problema específico “escaso uso de la harina de trigo nacional para la elaboración de pan”. Los efectos causados son analizados a continuación:

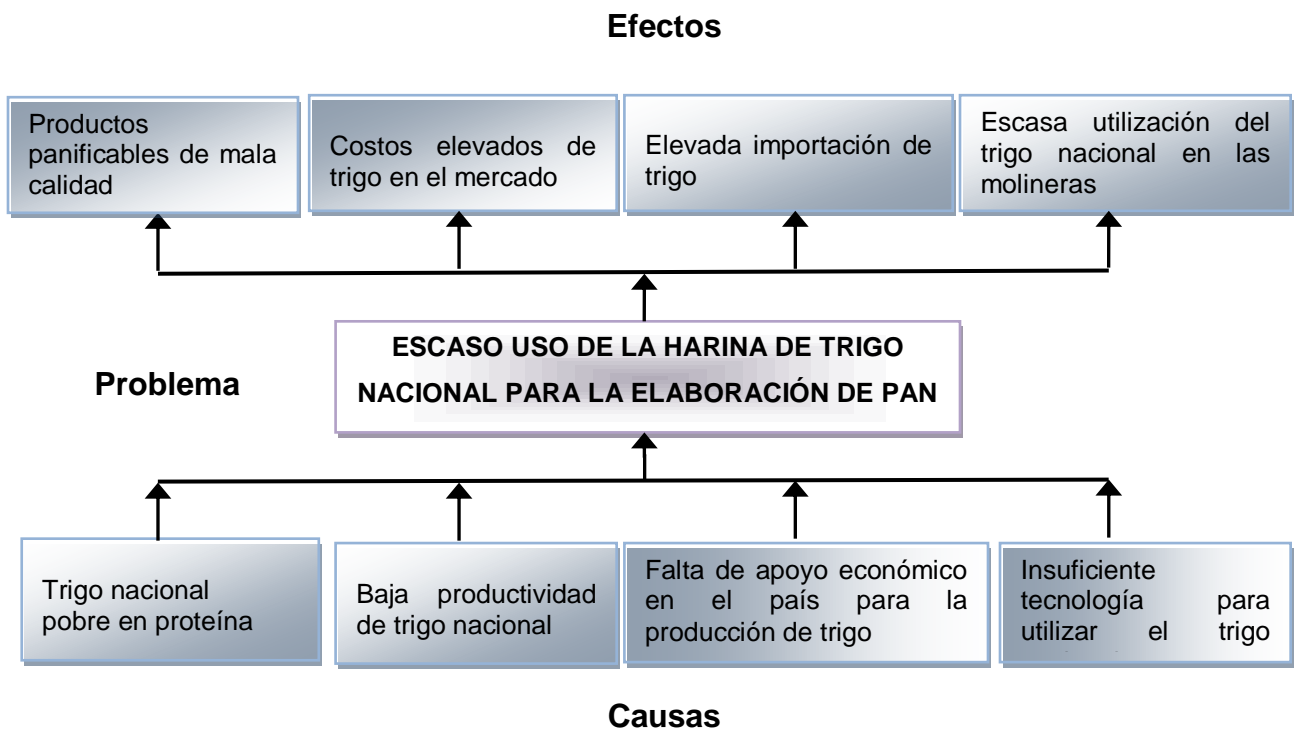


Gráfico 1: Árbol de problemas

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Conviene destacar lo siguiente:

1. Desventajosamente el trigo producido en nuestro país es pobre en proteína. En efecto, posee solo un 11% de gluten, que es inferior al trigo importado cuya proteína está alrededor del 14%. Este bajo porcentaje de gluten provoca que el pan elaborado con trigo nacional no tenga la habilidad de formar una masa fuerte, cohesiva, capaz de retener gas y rendir por cocción un producto esponjoso, duradero y agradable en sabor.
2. A partir del año 2010, el gobierno nacional comenzó a incentivar el cultivo de trigo. Es de esperarse que paralelamente se aplique una tecnología que compense las deficiencias de la harina y permita utilizarla en panificación. Años atrás la producción de trigo en el Ecuador era muy reducida por lo que las molinerías importaban trigo en grandes cantidades, situación que se constituye en un gran problema para el país ya que el gobierno es el que subsidia el precio de éste cereal.
3. La calidad hace referencia a la composición del trigo, que está determinada genéticamente. Por tanto puede ser investigado y seleccionado por mecanismos de mejoramiento genético. Por otro lado, la productividad está altamente influenciada por el ambiente, que puede ser modificado por prácticas de manejo, especialmente en lo referente a la fertilización nitrogenada. Esto se lograría siempre y cuando haya apoyo económico, lo que permitirá disminuir la cantidad de importación de trigo.
4. En el país no se dispone de tecnología adecuada para la utilización de trigo nacional en las molinerías. Consecuentemente es propicio aplicar el uso de mejoradores que contribuyan con la harina nacional para la obtención de un pan con características sensoriales aceptables.

1.2.3 Prognosis

Los agricultores que producen trigo no logran vender el grano a las molineras ya que el trigo es de inferior calidad con relación al trigo importado. A pesar que el gobierno nacional en el último año ha exigido que los molineros adquieran trigo nacional para sus procesos industriales, se conoce que aquellos no emplean el cereal para obtener harinas destinadas al pan, sino que lo destinan a la elaboración de otro tipo de productos como, alimento de animales.

Por lo expuesto a través del presente proyecto de investigación se plantea una tecnología adecuada para utilizar el trigo nacional en la elaboración de pan. Tal tecnología incluye la adición de gluten, enzima y emulsionante. De ese modo se incentivará la producción de trigo nacional a través de la búsqueda de nuevas variedades y reactivando así, el cultivo del trigo.

1.2.4 Formulación del problema

El problema se detecta a partir de la siguiente interrogante básica:

¿Cómo influye la utilización del gluten, enzima y emulsificante como mejoradores, en la harina de trigo nacional (*Triticum aestivum*) en la elaboración de pan?

Adicionalmente conviene formular otras preguntas, como las siguientes:

- ♣ ¿Existen estudios anteriores relacionados con la adición de mejoradores sobre el trigo ecuatoriano?

- ♣ ¿Cuáles son aquellos mejoradores? ¿Qué tan eficientes son?

- ♣ ¿Qué proporción de mejoradores debe utilizarse para que con trigo nacional pueda elaborarse un buen pan?
- ♣ ¿Mejorará el comportamiento reológico de la harina de trigo nacional con la utilización de mejoradores?

1.2.5 Delimitación del objeto de investigación

Área : Investigación Tecnológica

Sub-área : Agrícola

Sector : Cereales

Sub-sector: Influencia de la adición de gluten, enzima y emulsificante en la harina de trigo nacional para la elaboración de pan.

Temporal : Febrero del 2011 a Agosto del 2011.

Espacial : Laboratorio de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UIOTA) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos correspondiente a la Universidad Técnica de Ambato.

1.3 Justificación

Dado que Ecuador importa sustanciales cantidades de trigo para utilizarse en la industria panificadora, es de interés científico y tecnológico estudiar recursos naturales autóctonos que permitan reducir los volúmenes de las importaciones de granos y cereales del extranjero, y que al ser incluidos en los productos alimenticios estos mantengan su calidad nutritiva, física y sensorial. En los últimos años el alza del precio internacional del trigo provocó que los importadores opten por otras variedades como el soft red winter y el trigo de primavera de Estados Unidos que se mezclan con el trigo canadiense para producir harina para pan. [MAGAP, 2008]. Estas variaciones de precio son las que están afectando fuertemente a la industria molinera nacional, porque el trigo representa el 70% del costo de la harina, insumo que es utilizado en la fabricación de pan y fideos.

Por lo expuesto, el gobierno nacional, pretende reactivar el cultivo a través del MAGAP, mismo que ha entregado 80 qq de semilla de trigo cojitambo. Esta semilla fue recibida por la Asociación de Producción de Comercialización Agropecuaria Chimborazo, APROCACH y será distribuida a los mejores semilleros seleccionados por los técnicos del MAGAP y FAO. [Boletín de prensa N° 004 MAGAP, 2011]

El gobierno subsidia el trigo importado, pero al eliminarse el subsidio, se esperaría que las molinerías ecuatorianas procesen mayores volúmenes de trigo nacional. Por consiguiente, la trascendencia del presente trabajo radica en que el análisis de diferentes aspectos reológicos y texturales de la masa de trigo nacional con la adición de proteína, enzima y emulsificante, permitirá obtener valiosa información técnica. Con ello se busca, la viabilidad de uso de harina de trigo nacional y su impacto en el proceso de transformación, elaboración, textura y composición química de los panes.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- ♣ Utilizar gluten vital, enzima glucosa oxidasa y emulsificante esteaoril lactilato de sodio como mejoradores de la harina de trigo nacional para elaboración de pan.

1.4.2 Específicos

- ♣ Determinar el comportamiento reológico de la harina de trigo nacional a la que se adiciona mejoradores. Los resultados se obtendrán utilizando el equipo MIXOLAB PROFILER.

- ♣ Establecer el comportamiento de la masa que produce la harina con mejoradores mediante análisis de absorción de agua, tiempo de desarrollo, estabilidad y debilitamiento a través del MIXOLAB SIMULATOR FARINOGRÁFICO.
- ♣ Comparar el comportamiento reológico de la harina nacional (con mejoradores) respecto del comportamiento reológico de la harina importada.
- ♣ Evaluar la calidad del pan elaborado tanto con harina de trigo nacional como con harina de trigo importado, mediante evaluación sensorial.
- ♣ Medir la textura del pan procesado con los mejores tratamientos que produce la harina con mejoradores mediante el uso del TEXTURÓMETRO BROOKFIELD.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

A continuación se enlistan algunos trabajos de investigación realizados en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato y en otros centros de investigaciones sobre la elaboración de harinas y productos panificables. Esta lista no pretende ser exhaustiva sino que demuestra el interés asociado al tema dentro de la FCIAL.

Zurita, A. (1975) considera que una harina debe tener valores de absorción, desarrollo y estabilidad, elevados.

Finney, K. (1985) destaca que no solo la cantidad de proteína permite obtener una harina de fuerza panadera sino que dependerá también de la calidad de las proteínas. La capacidad de retención del gas carbónico dependerá especialmente del gluten.

Satin, M., (1988) indica que la adición de alguna proteína también es útil para ayudar a estabilizar la masa de la masa durante el horneado y evitar así el colapso de la misma.

Calaveras, J., (1996) manifiesta que las proteínas de harina de trigo se dividen en dos fracciones: la fracción soluble en agua constituida por albúminas, globulinas y péptidos que suman 15%; en tanto que el resto, es decir, 85% lo constituyen la gliadina y la glutenina que son las proteínas formadoras de masa.

Cauvain A., Young L., (1998) mencionan que la composición de los mejoradores que se utilizan varía ampliamente, aunque los normales son el ácido ascórbico, los extractos con actividad enzimática y los emulsionantes. La utilización del emulsionante estearoil lactilato de sodio (SSL) en productos de panadería está permitida hasta una concentración de 3g/kg de pan y 5g/kg en repostería.

Nordisk, N., (1998) sugiere que calidad de la harina cambia de acuerdo a la variedad de trigo y otros factores externos a éste, como las condiciones de cultivo. Por ésta razón para lograr una calidad uniforme, es preciso emplear una combinación de enzimas y otras sustancias activas como oxidantes.

Recalde J., Rodríguez M. (2003), investigó la utilización de las enzimas alfa amilasas y xinalasas con ácido L- ascórbico como mejorantes de las cualidades panarias en la harina de trigo; utilizaron el trigo DARK NORTHER SPRING proveniente de molinos PROSARINA, resultando el mejor tratamiento aquél que contenía 30ppm de ácido L-ascórbico, 40 ppm de la enzima xinalasa y 15 ppm de la enzima alfa amilasa.

Jiménez, R. (2009), realizó un estudio del efecto de las glucoxidasas en los parámetros farinográficos y panificables de las harinas en la Industria MOLINOS MIRAFLORES. Para esto, utilizó trigos de origen Canadiense Western red spring grado 2, estableciéndose que el mejor fue aquel que contenía 40 ppm de glucoxidasa, 50 ppm de ácido L-ascórbico y 30 ppm de azodicarbonamida.

Lascano, A. (2010) llevó a cabo un 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. Para determinar el grado óptimo de sustitución de harinas nacionales, trabajó con mezclas de harinas de trigo importado CWRS#1 con trigo nacional en proporciones de 10, 20 y 30% (p/p), en las cuales se llevaron a cabo análisis farinográficos para seleccionar los mejores tratamientos. Tomó como criterio las mezclas semejantes a la harina de trigo importado, siendo el mejor tratamiento: mezclas con harina de trigo importado-trigo nacional al 30% de sustitución.

Lescano, L., (2010), caracterizó harinas de trigo nacional (cojitambo), maíz (iniap 122), cebada (cañicapa), quinua, papa (gabriela), destinadas a panificación mediante la determinación de las propiedades funcionales de sus almidones. Estableciendo que la harina que mejores condiciones presentó es la de cebada “Cañicapa” debido a que el contenido de amilosa es de 20,2; los índices de IAA (Índice de absorción de agua), ISA (índice de solubilidad en agua), PH y Estabilidad son de 2,0; 2,5; 2,1; 9,3 respectivamente.

Pulloquina, M., (2011), estudió el efecto de glucoxidasas y Alfa-amilasas en la elaboración de pan con sustitución parcial de harina de papa (*solanum tuberosum*) nacional, indicó como mejor tratamiento a la muestra que contenía 100 ppm ácidoascórbico + 250 ppm esteaoril 2-lactilato de sodio + 30 ppm azodicarbonamida + 75 ppm alfa-amilasa + 200 ppm glucosa oxidasa, puesto que presenta mejores características reológicas para ser utilizada como harina panadera.

Toaquizza, A., (2011) evaluó el efecto de enzimas (gluco-oxidasas, hemicelulasas) y emulsificante (esteaoril lactilato de sodio) en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*)

variedad Cojitambo. Determinó que el mejor tratamiento es aquél que contenía: 40 ppm de hemicelulasa, 100 ppm de glucosa-oxidasa, 100 ppm de estearoil lactilato de sodio, 40ppm azodicarbonamida y 80ppm de ácido ascórbico.

2.2 Fundamentación filosófica

El enfoque de este estudio puede ser neopositivista. En efecto, se trata de una investigación experimental, donde la información obtenida por el investigador se encuentra dirigida a realizar las comparaciones necesarias para comprobar las hipótesis o rechazarlas según el caso.

De acuerdo con Dobles, Zúñiga y García (1998) “la teoría de la ciencia que sostiene el positivismo se caracteriza por afirmar que el único conocimiento verdadero es aquel que es producido por la ciencia, particularmente con el empleo de su método”. En este enfoque asume la existencia de un método específico para conocer realidades y propone el uso de dicho método como garantía de la verdad.

2.3 Fundamentación legal

Para los análisis reológicos, los métodos aplicados están basados en el manual de funcionamiento del equipo CHOPIN Technologies (mixolab profiler y simulator), conforme al método ICC (International Association of Cereal Chemistry). Con los mejores tratamientos resultantes de la mezcla de la harina de trigo con mejoradores, en cambio, se aplicaron los siguientes métodos:

Ensayos de panificación fundamentados en el método descrito en la NTE INEN 530:1980.

Para la textura del pan, el método aplicado está basado en el manual de funcionamiento del equipo Brookfield (texturómetro).

El análisis sensorial, se llevó a cabo sobre atributos organolépticos tales como: color, apariencia, friabilidad (quebradizo), textura y sabor. Para ello, se aplicó una escala hedónica valorada sobre cinco puntos.

2.4 Categorías fundamentales

El gráfico 2 muestra la red de inclusiones, en el que están inmersos los elementos que describen a la variable dependiente e independiente.

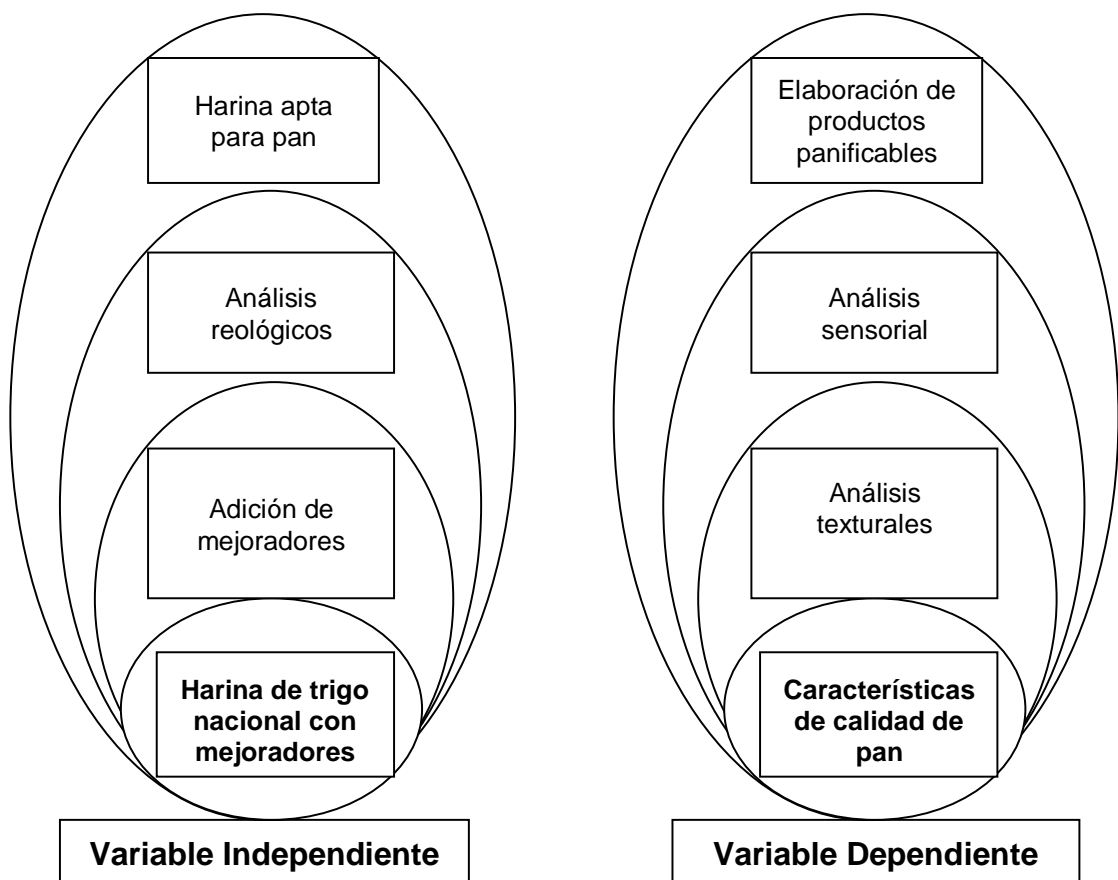


Gráfico 2: Red de Inclusiones. *Elaborado por:* Miryam Álvarez, 2011

2.4.1 Trigo

El grano de trigo está formado por una semilla cubierta por el pericarpio (vulgarmente denominado salvado) que se encuentra fuertemente adherido. Contiene principalmente almidón, proteínas, agua, y en menor proporción grasa, mineral, celulosa y vitaminas. Aun cuando el almidón es el componente que se encuentra en mayor proporción en el grano, representando el 70% del peso seco de éste, la calidad industrial y sus propiedades funcionales dependen preferentemente de las proteínas almacenadas insolubles, denominadas colectivamente gluten, las cuales inciden fuertemente en la variación que pueden detectarse entre diferentes cultivares con respecto a su calidad molinera y panadera. Estas proteínas interactúan en presencia de agua para formar la parte insoluble de la harina y que, de acuerdo a sus características de calidad, permiten obtener masas de mayor o menor fuerza y elasticidad, características altamente deseables en el proceso de elaboración de pan. [Lorenz, K, 2011]

La calidad está determinada por una variada gama de características a las cuales se les pueden asignar diferentes niveles de importancia dependiendo del uso final o tipo final del producto que se quiera obtener. Por ejemplo, lo importante para el agricultor es que el trigo sea de un alto rendimiento; para el molinero, que tenga una buena calidad molinera, buen almacenamiento y capaz de rendir el máximo en harina. Por su parte, para el panadero es deseable que la harina sea óptima para hacer pan, galletas; finalmente el consumidor exige un producto de buen sabor y adecuado valor nutritivo. [Lorenz, K, 2011]

El criterio de calidad resulta más complejo aún si consideramos que una variedad de trigo para panificación podría tener calidad adecuada para la producción mecanizada de pan de molde pero no para la producción semi-mecanizada o manual de pan francés. Por lo tanto, es posible hablar de calidad de una variedad cuando se ha definido el tipo de producto que se elaborará y el

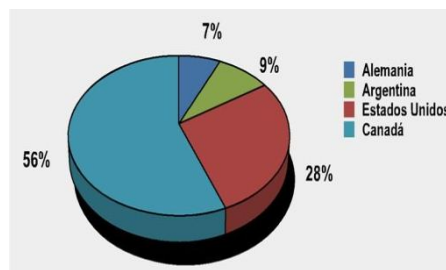
proceso que se utilizará. En tal contexto, si bien es cierto que las diferentes proteínas pueden determinar la calidad panadera de un trigo, existen otros factores que permiten también establecer una clasificación de esta categoría como es el caso de dureza del grano y elasticidad o calidad del gluten. [Lorenz, K, 2011]

2.4.2 Trigo importado

El trigo es el principal cereal demandado por la industria molinera en el Ecuador. Las importaciones abastecen el 96% de la demanda nacional, pues la producción interna tan solo logra cubrir el 4% del requerimiento total. Si bien cada año se importa una cantidad relativamente constante que llega a las 470 mil TM aproximadamente, en el 2008 el valor cancelado por la importación es casi el doble con respecto al 2007. Esto se debe a que durante ese año se dio un incremento importante de los precios de los combustibles que repercutió en los precios de los insumos agrícolas y finalmente en los precios de los productos. [MAGAP, 2008]

En base a la figura 1, un buen porcentaje del trigo importado proviene de Canadá, seguido por Estados Unidos, Argentina y Alemania. El tipo de trigo que se importa depende de su objetivo final, es decir ya sea para la elaboración de fideos, galletas, panes, entre otros, se puede determinar que la variedad más apetecida corresponde a la canadiense western red spring por su buena calidad.

Figura 1. Origen de las importaciones de trigo al Ecuador



Fuente. MAGAP

La harina de trigo CWRS (trigo rojo de primavera del oeste de Canadá) goza de muy buena reputación en la producción de pan de molde de alto volumen. Además, como el gluten de este tipo de trigo es fuerte, se usa bastante en mezclas con otros trigos más débiles y solo, para elaborar toda una gama de productos como el pan tipo francés, fideos, panes sin levadura y panes horneados al vapor.

Este trigo se vende entre clases distintas y las dos superiores, CWRS N°.1 y CWRS N°.2 se subdividen a su vez de acuerdo al nivel de proteína, y se garantiza su contenido proteínico mínimo. La clasificación de cada cosecha anual depende de las condiciones de cultivo y de la demanda.

La harina que se produce con las dos clases superiores se caracteriza por tener un gluten fuerte y a la vez dócil, y una elevada absorción de agua. Las dos clases superiores tienen características robustas, baja actividad alfa-amilasa y un "falling number" elevado. [Proyecto SICA-BM/MAG-Ecuador]

2.4.3 Trigo nacional

El gobierno ecuatoriano, con la firme determinación de proteger a sus consumidores de la volatilidad del precio de los alimentos, invierte en investigación destinada a dar impulso a la agricultura. La inversión incluye un vigoroso programa para restaurar la producción de trigo y reducir su dependencia del grano importado.

Sacudido por la crisis alimentaria en el 2008, el gobierno tomó la iniciativa esta vez, estableciendo metas realistas y aportando alrededor de 4.3 millones de dólares estadounidenses en apoyo a un programa quincenal destinado a hacer investigación y promoción para el trigo.

El objetivo principal de la nueva iniciativa consiste en incrementar la superficie para sembrar trigo a 50,000 hectáreas, suficiente para satisfacer por

lo menos 30% de la demanda nacional. Esta cifra es el equivalente de apenas el 3% de la producción nacional actual. En estas estimaciones se considera que los agricultores adoptarán variedades nuevas y aplicarán dosis adecuadas de fertilizante, para lo cual se les otorgarán créditos con términos razonables.

“Un reto importante será producir y distribuir suficiente semilla mejorada”, según Walter Larriva, director de la estación experimental del INIAP cerca de Cuenca. La nueva inversión será de mucha ayuda, lo mismo que los años de experiencia del INIAP en ayudar a formar grupos de productores de semilla, explica.

A menos de dos años después de la decisión que se tomó en el 2008 de renovar la investigación y producción de trigo, el INIAP está liberando ya variedades mejoradas, incluida la variedad Vivar para la región sur del Ecuador, y San Jacinto (que se liberó a finales de julio, junto con una variedad nueva de cebada) para las zonas centro y norte. Son estas las primeras variedades de trigo que se liberan en el país desde principios de 1990, cuando se liberó Cojitambo. En gran parte de la escasa superficie dedicada al cultivo de trigo se siembran ésta y otras variedades más antiguas. [CIMMYT, 2010]

2.4.4 Características de la harina para pan

Técnicamente la harina es el producto pulverulento obtenido por la molienda gradual y sistemática de granos de trigo, contiene entre un 65% y un 70% de almidones, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, ya que tiene del 10% al 15% de proteínas; siendo las más importantes la gliadina y la glutenina. Las gliadinas: contienen una gran concentración de glutelinas y prolaminas (holoproteínas globulares, formado solamente por dos aminoácidos, solubles en agua o en soluciones acuosas de ácidos, bases o sales.). Además tienen una pequeña proporción de aminoácidos cargados (básicos y ácidos) lo que explica su baja solubilidad. Son pegajosas y le dan al gluten su cualidad adhesiva. A mayor cantidad de gliadina es más blando.

Las gluteninas están formadas por diferentes subunidades unidas por puentes disulfuro debido a la presencia de cisteína (aminoácido no esencial) que tiene un grupo tiol que formará estos puentes. Son similares, también tienen glutelinas y prolaminas así como baja proporción en aminoácidos cargados. Son más insolubles que las anteriores. Son los responsables de dar a la masa la fuerza para retener los gases durante la fermentación.

La cantidad y calidad de las proteínas de la harina, dependen de la variedad del trigo, del promedio de lluvias durante la época de las cosechas, de la fertilidad del suelo y del área geográfica en la cual se cultiva el trigo. Es importante destacar que entre las harinas de los cereales, solamente la del trigo tiene la habilidad de formar una masa fuerte, cohesiva, capaz de retener gas y rendir por cocción un producto esponjoso, duradero y agradable en sabor, características todas éstas dependientes de la composición y cantidad de las proteínas contenidas en el endospermo.

Las variedades que presentan un grano duro son en definitiva los trigos para pan, ya que, por lo general, tienen un gluten fuerte que produce una masa capaz de absorber grandes cantidades de agua y producir un pan de gran volumen y buena consistencia. Para que el pan sea de buena calidad debe alcanzar suficiente volumen, un aspecto atractivo tanto en forma como en color y una miga blanda finamente vesiculada para permitir una fácil masticación, pero, al mismo tiempo, suficientemente firme para que se la pueda cortar en rebanadas. [Jobet, C., 2005]

2.4.5 Características del pan

El pan es el producto resultante de la cocción en horno de una masa pesada y formada por la mezcla de harina de trigo, sal, grasa comestible, agua y aditivos autorizados.

Cada ingrediente durante el proceso de elaboración, tiene una determinada función tecnológica, como los que se cita a continuación:

- ♣ **Agua:** es el vehículo de transporte para que los ingredientes al mezclarse formen la masa; e hidrata el almidón que junto con el gluten dan por resultado la masa plástica, suave y elástica.
- ♣ **Sal:** mejora el sabor, fortalece el gluten, puesto que le permite a la masa retener el agua y el gas; controla o reduce la actividad de la levadura; ejerce una acción bactericida (no permite fermentaciones indeseables dentro de la masa).
- ♣ **Azúcar:** sirve de alimento para la levadura y le da suavidad al producto; ayuda a una rápida formación de la corteza del pan debido a la caramelización del azúcar permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del pan para que pueda hornearse y evitar la pérdida del agua.
- ♣ **Grasas:** mejora la apariencia produciendo un efecto lubricante; mejora la conservación, disminuye la pérdida de humedad y ayuda a mantener fresco el pan.
- ♣ **Levadura** (*saccharomyces cereviseae*): hace posible la fermentación, (alcohol y gas carbónico) y convierte a la harina cruda en un producto ligero y da el sabor característico al pan.

El producto final debe presentar un buen volumen, que es posible gracias a una buena capacidad para producir gas, adecuada estabilidad de la masa y buena capacidad para la retención de gases, y, el producto debe presentar las siguientes características organolépticas:

- ♣ **Aspecto externo:** Las piezas de pan tendrán su forma característica puede tener cortes en la parte superior.

- ♣ **Corteza:** deben presentar un color ligeramente dorado a café, el cual deberá ser lo más uniforme, sin quemaduras, ni hollín, u otras materias extrañas. La corteza debe ser una costra regular y de textura firme.
- ♣ **Miga:** La miga debe ser suave, elástica, porosa, uniforme. No debe ser seca, pegajosa o desmenuzable. El color de la miga debe ser blanco, con un matiz uniforme, sin manchas ni coloraciones.
- ♣ **Olor:** Deberá ser característico, agradable.
- ♣ **Sabor:** Característico, ligeramente salado y agradable. No debe ser ácido.

Además de las características ya mencionadas, deben mantenerse suaves durante el almacenamiento. La retrogradación del almidón, es la causa del envejecimiento y endurecimiento del pan; para atenuar estos inconvenientes es necesario modificar el almidón, teniendo cuidado de no producir una masa pegajosa o una miga demasiado rígida. Para obtener una buena miga y una corteza correcta, se debe lograr que parte del agua que se evapora de la superficie durante la cocción, quede retenida en la miga. [Grupo molinero, 2005]

2.4.6 Características reológicas

Se entiende por reología la determinación de las propiedades elásticas y plásticas, así como el comportamiento de fluencia de los sistemas. La harina forma con el agua sistemas más o menos espesos que se solidifican al panificarse. En ambos estados - panificado y sin panificar - la reología puede proporcionar conclusiones acerca de la calidad. [Mühlenchemie, 2003]

Las características reológicas de una harina probablemente sean el parámetro más crítico; ya que son una indicación de cómo se comportará una determinada masa al ser procesada en la planta y están relacionadas con la calidad del producto terminado. [Cauvain A., Young L., 1998]

Hay innumerables productos de panadería y, aún muchas más, combinaciones de ingredientes y si a esto se añaden las posibles diferencias en el procesado, se obtiene un número infinito de combinaciones que sería imposible definir individualmente en función de los parámetros de la harina. Por ello, se emplean métodos básicos de análisis como: el farinógrafo, en la actualidad el mixolab; que son de gran utilidad para los molineros puesto que ayudan a entender el proceso final. [Cauvain A., Young L., 1998]. La reología de una masa no obstante, es atribuible a la naturaleza de la matriz que son en este caso, las proteínas del gluten. [Ulloa C., Castro E., 2001]

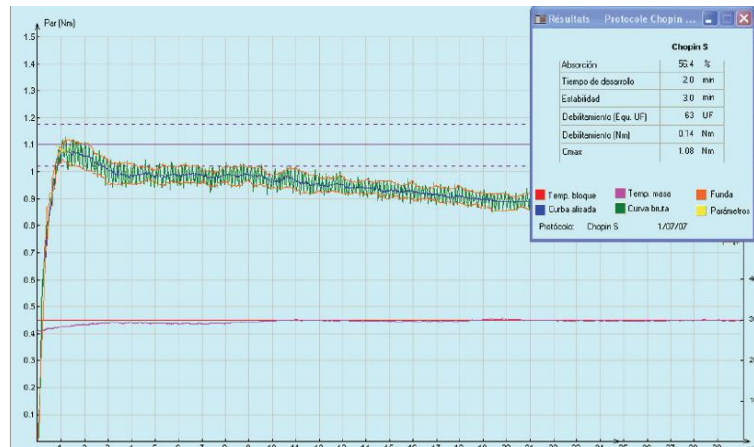
2.4.7 Equipo Mixolab Simulator

El equipo Mixolab Simulator dispone de un protocolo particular y de algoritmos de cálculo que permite obtener resultados de análisis equivalentes a los obtenidos con el Farinógrafo. Al cabo de 30 minutos de ensayo, el Mixolab Simulator indica los valores medidos sobre la curva (Nm) así como los equivalentes UF.

El equipo permite medir la calidad panadera de la harina midiendo 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. [Chopin Technologies, 2008]

El mixolab simulator produce una curva como se muestra en la figura 2. La curva aumenta hasta un máximo de consistencia a medida que las proteínas de la harina se desdoblán en gluten, y, luego esta curva baja o se debilita a medida que el gluten pierde resistencia por acción del amasado.

Figura 2. Curva tipo de un farinograma con el Mixolab Protocolo Simulator



Fuente: Chopin Technologies, 2008

Los parámetros que determina el equipo son:

- ♣ Absorción de agua
- ♣ Tiempo de desarrollo de la masa
- ♣ Estabilidad
- ♣ Debilitamiento

La absorción del agua representa la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia 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 endosperma. Los trigos duros generalmente tienen un endosperma 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 tiempo de desarrollo de la masa, es el tiempo necesario para alcanzar la máxima consistencia. En una harina fuerte, este período puede ser notablemente largo y es posible que se deba a la alta calidad del gluten. [Pantanelli, A, 1996]

La estabilidad es el intervalo de tiempo durante el cual la masa mantiene la máxima consistencia. Da una idea de cuanto la masa soporta el amasado, por ejemplo, en el caso de tener una masa con alta estabilidad, significa que se le puede aplicar un gran esfuerzo mecánico.

La caída o debilitamiento de la masa representa la diferencia entre la máxima consistencia y la que se obtiene después de 10-20 minutos. Se expresa en unidades farinográficas y valores elevados indican que la red de gluten es mala o que la harina posee mucho almidón dañado.

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. [Pantanelli, A]

2.4.8 Equipo Mixolab Profiler

El protocolo profiler es una herramienta de interpretación simplificada de la curva obtenida con el Mixolab Standard. Permite caracterizar una harina en función de su destino final, convierte dicha curva en 6 índices de calidad graduados de 0 a 9 describiendo:

- ♣ El potencial de hidratación

- ♣ El comportamiento durante el amasado
- ♣ La fuerza del gluten
- ♣ La viscosidad máxima
- ♣ La resistencia a la actividad amilásica
- ♣ La retrogradación del almidón [Chopin Technologies, 2009]

El Mixolab Profiler por basarse en un análisis exhaustivo de la harina, de sus elementos y de sus interacciones; es la herramienta perfecta de caracterización de las harinas, determinar los límites de aceptación de una harina en función de su uso final y, permite mejorar las características de una harina, dando como resultado una curva similar a la figura 3.

Figura 3. Curva tipo del Mixolab Protocolo Profiler



Fuente: Chopin Technologies, 2008

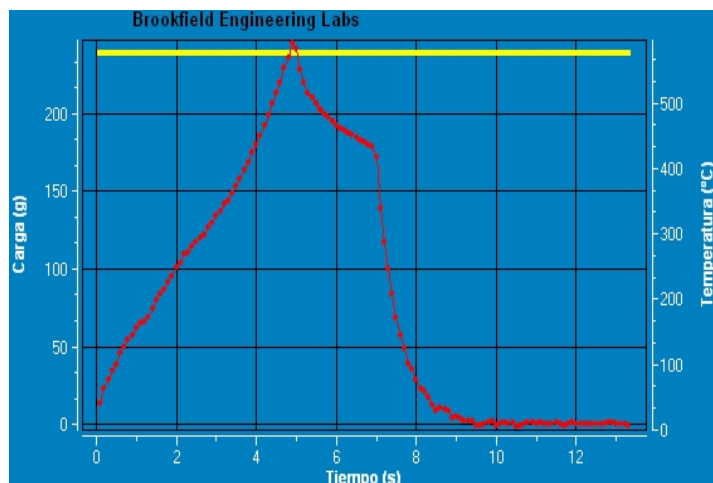
2.4.9 Equipo Texturómetro Brookfield CT3

Existen numerosos métodos objetivos para la estimación de la textura del pan. Todos estos métodos son, genéricamente, pruebas de compresión y cubren principalmente la determinación de la blandura o firmeza y la capacidad de recuperación o elasticidad.

El Analizador de Textura CT3 es uno de los equipos que permite medir la textura, apreciar la firmeza, suavidad del pan; mediante pruebas de: compresión en la que la muestra es situada entre la sonda y la sujeción inferior, y la sonda se mueve hacia abajo, presionando sobre la muestra. Los datos resultantes pueden usarse para cálculos como Dureza y Fracturas.

Habitualmente, la fuerza que aplica las dos compresiones sucesivas en esas pruebas, es insuficiente para romper la matriz de la miga en un grado significativo y el producto, mayormente, regresará a su estado inicial cuando se suspende la fuerza de compresión. Estas pruebas simulan en gran parte las estimaciones subjetivas de la textura de la miga que se hacen con los dedos mediante estrujamiento o compresión. [Brookfield CT3 Texture Analyzer]

Figura 4. Curva tipo de textura



Fuente: Manual de Texturómetro, 2011

2.4.10 Mejora de la harina

La mejora de la harina es con frecuencia la única posibilidad de fabricar productos panificados apetitosos a precios económicos. Entre las medidas de mejora de la harina se incluyen la compensación de los contenidos bajos de

gluten y proteínas, la corrección de las clases de trigo duro, la compensación de las calidades con masas húmedas, flojas, y el co-procesamiento de sustitutos (por ejemplo, maíz, tapioca). Entre algunos de los mejoradores se puede citar: amilasas, hemicelulosas, oxidasas, proteasas, ácido ascórbico, bromato, blanqueantes, lecitina, ablandadores de la masa, reguladores de la acidez, etc. [Mühlenchemie, 2003]

Mejoradores. Se denomina mejoradores del pan a aquellos aditivos añadidos a la harina y al agua que procuran mejorar las cualidades físicas, de elaboración, propiedades organolépticas finales y de conservación del pan. Su participación es fundamental en la elaboración del pan en la actualidad, y por tanto de él depende en buena medida el resultado final del producto. Los diferentes elementos de que se compone un mejorante panario son: emulsionantes, oxidantes, azúcares, enzimas, estabilizantes, etc. [Miranda, R., 2004]

Proteína. El gluten se forma en los cereales de las albúminas insolubles en agua pero hinchables, gliadina y glutenina. La formación del gluten tiene lugar durante el amasado. De este modo, las dos sustancias se adicionan estrechamente, se pegan y se reticulan, de forma que no pueden devolverse a su estado original.

Gluten Vital. Si la proporción de gluten natural en una harina es muy baja, puede utilizarse gluten obtenido por extracción (gluten vital de trigo) para el enriquecimiento. Permite: aumentar la estabilidad de la masa, mejorar las propiedades de procesamiento de la masa, aumentar la tolerancia a la fermentación y el rendimiento de volumen. [Mühlenchemie, 2003]

Las características de un pan dependen poderosamente de la formación de la red de gluten de la masa, no sólo para atrapar el gas procedente de la fermentación sino también porque contribuye directamente a la formación de

una estructura alveolar en la miga que, tras el horneado, confiere una textura y palatabilidad diferente a la de otros productos horneados. [Cauvain A., Young L., 1998]

Enzimas. Las enzimas son grandes proteínas que aceleran las reacciones químicas. En panificación se usan para lograr cambios específicos en los procesos, mejorar la vida de anaquel y las propiedades comestibles de los alimentos. Las enzimas para panificación han sido desarrolladas especialmente para lograr modificaciones en los componentes de la masa. [Sarmentero, O., 2005]

Las propiedades de las enzimas permiten corregir las fluctuaciones de la calidad panadera de la harina de trigo con cada cosecha. Por este motivo, su uso es imprescindible en la elaboración de harinas preparadas, pre-mezclas específicas y en la formulación de aditivos y mejoradores de panificación. [Sarmentero, O., 2005]

Glucosa Oxidasa (GOX). Es una enzima de origen fúngico que deriva normalmente del hongo *Aspergillus* y a veces del *Penicillium*. En presencia de agua y oxígeno, cataliza la oxidación de la glucosa a ácido glucónico y peróxido de hidrógeno. Esta transformación 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. [Tejero, F. 2005]. Necesita un pH óptimo de 8,4 a 8,8 y una actividad de agua de 0,45 a 30°C, activándose a temperaturas comprendidas entre 30-40°C e inactivándose a temperaturas superiores de 45°C. [GRANOTEC Ecuador, 2007]

Emulsificantes. Los emulsificantes son moléculas con un extremo afín al agua (hidrofílico) y otro afín al aceite (hidrofóbico). Hacen posible que el agua y el aceite se dispersen casi completamente el uno en el otro, creando una

emulsión estable, homogénea y fluida. Algunas aplicaciones comunes de los emulsionantes son en la elaboración de pan; con sólo añadir un 0,5 % de emulsionante en la masa, se logra un volumen mayor, una estructura más suave de la miga y una mayor duración. [Food info, 2011]

En la producción de pan, se emplean dos tipos: los agentes que dan cuerpo a la masa (por ejemplo, ésteres monoacetil y diacetil tartárico (E 472e) y estearoil-2-lactilato sódico y cálcico (E 481 y E 482)) y los agentes que suavizan la masa (por ejemplo, mono- y diglicéridos de ácidos grasos (E 471)). Los agentes que dan cuerpo a la masa hacen que ésta sea más firme y dan un pan con mejor textura y más volumen. [Food info, 2011]

Estearoil lactilato de sodio (SSL). El SSL es un sólido blanco, tiene un punto de fusión relativamente alto y puede añadirse a las masas en forma pulverulenta. [Cauvain A., Young L., 1998]. Una propiedad muy importante es su interacción con los aminoácidos de las proteínas, forma un complejo o red con el gluten que mejora la elasticidad y extensibilidad de la masa, lo que incrementa la tolerancia al trabajo mecánico. [Ferré y consulting blog, 2009]. El modo de utilización ideal del SSL es formando parte de un acondicionador de la masa que contenga un componente graso, junto con la sal, el azúcar y los agentes para el tratamiento de las harinas; constituyéndose así en un buen reforzador de masa y a la vez un suavizador de la miga. [Cauvain A., Young L., 1998]

Actúa como “suavizante de miga” debido a la interacción que tiene con los componentes del almidón, amilosa y amilopectina, que son responsables del endurecimiento del pan durante el proceso de retrogradación. Este emulsificante forma un complejo con estos componentes reduciendo así, la retrogradación, y brindando al pan la suavidad. [Ferré y consulting blog, 2009]

2.5 Hipótesis

Hipótesis nula

La harina de trigo nacional, con la adición de mejoradores, presenta las mismas características reológicas que la harina de trigo importado. Por tanto, el efecto en las distintas características de calidad del pan es igual, es decir:

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = \dots = T_n$$

Hipótesis alternativa

La harina de trigo nacional con la adición de mejoradores presentan diferentes características reológicas en las respuestas experimentales.

$$H_1: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq \dots \neq T_n$$

2.5.1 Diseño experimental

La investigación se basa en un apropiado diseño experimental de tres factores, 5*3*3, mediante el siguiente modelo matemático:

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

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; $j=1, \dots, a$

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

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

$(AC)_{jk}$ = 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; $l=1, \dots, r$
 ϵ_{ijkl} = residuo o error experimental

En la tabla 1 se describen los factores y niveles correspondientes al mencionado modelo.

Tabla 1. Factores y niveles para elaborar el diseño experimental

Factores	Niveles
Proteína: gluten vital	$a_1=0\%$ $a_2=1\%$ $a_3=2\%$ $a_4=3\%$ $a_5=4\%$
Enzima: glucosa oxidasa	$b_1=0\text{ppm}$ $b_2=60\text{ppm}$ $b_3=120\text{ppm}$
Emulsificante: estearil lactilato de sodio	$c_1=0\text{ppm}$ $c_2=100\text{ppm}$ $c_3=150\text{ppm}$

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Nótese que el experimento requirió de 45 tratamientos por cada replicación. Para la evaluación de los resultados experimentales se empleó paquetes estadísticos como Statgraphics.

Para los análisis sensoriales y de textura, se procesó pan con los mejores tratamientos. Se comparó con pan elaborado con harina de trigo importado.

2.6 Señalamiento de variables

Variable Independiente: Harina de trigo nacional con mejoradores para pan.

Variables Dependientes: Características de calidad de pan

Unidad de Observación: Pan procesado con harina nacional con la adición de mejoradores y pan procesado con harina de trigo importado.

2.7 Metodología de la investigación

En el Anexo 3 se ilustra el método de elaboración de pan y a continuación se describe el mismo:

♣ **Recepción de la materia prima.** Se controló el buen estado de los ingredientes de elaboración de pan.

♣ **Pesado.** Se pesó la materia prima e ingredientes de acuerdo a la formulación de la tabla B-8 (Anexo B).

♣ **Amasado.** Se mezcló el agua, harina y el resto de ingredientes, durante 15 minutos. Conforme avanzaba la acción mecánica de la amasadora, la masa empezó a adquirir propiedades elásticas cohesivas, dado con el complejo hidratado gliadina-glutenina (gluten).

♣ **Primera fermentación.** Este proceso empezó una vez que la levadura y la harina fueron hidratadas en presencia del sustrato adecuado (azúcar). Se realizó a una temperatura de 28°C por un lapso de 45 minutos.

♣ **Desgasificación.** La masa fermentada extraída de la cámara se la trabajó eliminando el gas durante 2 minutos.

♣ **División.** Se dividió en porciones iguales de 50 g, con la finalidad de asegurar el peso constante del pan.

♣ **Boleado.** Se buscó cubrir cada porción de masa con una película uniforme, que retenga el gas y permita el crecimiento de la masa. Con la finalidad de lograr una redistribución de las celdas, uniformidad y simetría en el pan.

♣ **Segunda fermentación.** Las porciones de masa redondeada fueron sometidas a un periodo de fermentación o relajamiento para recuperar el gas perdido, a 28°C durante 60 minutos.

♣ **Horneado.** El calor transforma la masa en un producto suave, poroso, fácilmente digestible y de sabor agradable. El tiempo y la temperatura de horneado dependen del tamaño de la pieza, de tal forma que un conjunto de panes de peso individual de 50 g requirieron de 20 minutos a una temperatura de 180°C.

♣ **Enfriamiento.** Se enfrió a temperatura ambiente, por 60 minutos, posterior a esto se enfundó.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación

Se aplicó investigación **bibliográfica**, pues fue necesario revisar trabajos aplicables en fuentes secundarias tales como: revistas, tesis, planes, sitios en internet. El fin fue conocer diferentes enfoques, teorías o conceptualizaciones, así como criterios de diferentes autores sobre los distintos referentes al tema.

Por otro lado; y lo más importante del estudio fue la fase **experimental**, a través de la cual se observaron y aplicaron los métodos propuestos para comprobar su validación. Se obtuvo observaciones o datos que permitieron controlar el comportamiento de la harina en estudio.

3.2 Nivel o tipo de investigación

Como se ha señalado, la investigación fue experimental. Ello permitió realizar:

- ♣ Medición cuantitativa de resultados.
- ♣ Elaboración de tablas y gráficos.
- ♣ Cálculos estadísticos avanzados como el análisis de varianza.
- ♣ Análisis de correlación de variables.

Lo anterior tiene el propósito de evaluar el comportamiento de una de las variables en función de otra. Es decir que se desea medir el grado en el que la adición de mejoradores en la harina de trigo nacional afecta las características reológicas de las masas para panificación.

3.3 Población y muestra

Población. Para el proyecto se ha utilizado el trigo nacional proveniente de la molinería Miraflores.

Muestra.

- Variedad -cojitambo

Mejoradores panarios

- Gluten vital
- Glucosa oxidasa
- Estearil lactilato de sodio

3.4 Operacionalización de variables

Variable Independiente: Harina de trigo nacional con mejoradores para pan

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Los <i>mejoradores para harinas</i>, son aquellos aditivos añadidos a la harina que procuran mejorar las cualidades físicas, de elaboración, propiedades organolépticas finales y de conservación del pan.</p>	Gluten vital	Contribuye con la tenacidad de las masas y la retención de gas.	¿Permitirá el gluten mejorar la característica de la harina de trigo nacional para elaborar pan?	<p>Mixolab Profiler</p> <p>Farinografía (Mixolab Simulator)</p>
	Enzima (Glucosa oxidasa)	Refuerzan la red de gluten, proporcionando a las masas mayor tolerancia a la fermentación.	¿Ayudará la enzima a proporcionar a la masa de trigo nacional mayor tolerancia a la fermentación?	
	Emulsificante (Esteoril lactilato de sodio)	Brinda la suavidad y flexibilidad de la miga.	¿Servirá la adición del emulsificante para lograr suavidad de la miga en el pan elaborado con trigo nacional?	

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Variable Dependiente: Características de calidad del pan

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>La <i>calidad del pan</i>, 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.</p>	<p>Calidad del pan</p>	<p>Textura</p>	<p>¿Son iguales las características de firmeza del pan elaborado con trigo nacional con mejoradores y el pan con trigo importado?</p>	<p>Texturómetro Brookfield</p>
		<p>Color Apariencia Friabilidad Textura Sabor</p>	<p>¿Existen diferencias significativas entre los panes elaborados con trigo nacional con mejoradores y el pan elaborado con trigo importado?</p>	<p>Análisis sensorial</p>

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

3.5 Plan de recolección de información

Como se trabajó con equipos como: mixolab (profiler y simulator) y el texturómetro, los resultados experimentales de los tratamientos fueron las representaciones gráficas proporcionadas por los mismos equipos, gracias a las adaptaciones del software. Además el análisis sensorial del pan se llevó a cabo en hojas de cata apropiadamente diseñadas para obtener información mediante escalas hedónicas.

3.6 Plan de procesamiento de la información

Se utilizó el paquete informático Microsoft Office: Word, Excel y Visio. En Word se escribió los textos; en Excel se tabuló la información útil y se procesó los datos mediante las herramientas del mismo programa informático; y en Visio se realizó los diagramas de flujo de los procesos de elaboración del producto. Por otro lado, el análisis estadístico correspondiente al diseño experimental aplicado, se efectuó a través de los paquetes informáticos Excel y Statgraphics Plus 4.0.

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados

4.1.1 Caracterización de masas mediante el uso del equipo Mixolab Profiler

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

A continuación se discuten los resultados obtenidos:

Índice de absorción de agua

La absorción de agua hace referencia a la cantidad de agua que se debe añadir a una harina para producir una masa con la consistencia óptima; y da una idea de cuanto va a rendir la harina en la producción de pan, a mayor absorción de agua, mayor rendimiento. Sin embargo, si se agrega una cantidad excesiva de agua, el pan que se obtiene es de miga muy suelta, ligero y elástico; pero si por lo contrario, el agua es reducida, el pan producido se seca y endurece rápidamente. [Bennion, E., 1969]

La harina de trigo nacional, sin la adición de ningún tipo de mejorador tiene un valor de absorción de 7; y, la harina de trigo importado CWRS que expende el grupo Superior presenta un índice de 8. El resto de harinas preparadas con mejoradores, muestran valores comprendidos entre 6 y 7, según lo establece la tabla A-1; y para su mejor ilustración véase el gráfico E-1 (Anexo E). Clair, L. (2009) indica que mientras más alto el índice, mayor es la absorción de agua; y de acuerdo a Bennion, E., (1969) dichas variaciones de absorción son influidas por la calidad y cantidad de proteínas, por la presencia de almidón dañado, por la fibra y por el porcentaje de humedad de la muestra; e incluso también puede deberse a la cantidad de pentosanos presentes.

El análisis de varianza para la absorción, reportado en la tabla C-1 (Anexo C), indica que existe diferencias estructurales al 5%, en los efectos principales asociados con el gluten vital y el esteaoril lactilato de sodio; y del efecto combinado o de interacción AC. Nótese que la prueba de comparación de Tukey de dicha interacción refleja que el tratamiento experimental de la combinación a₅c₃ que corresponde al 4% de gluten vital y 150 ppm de esteaoril lactilato de sodio, es el que más influye positivamente sobre la absorción de agua de la harina de trigo nacional. De acuerdo a Bennion, E. (1969) ello puede deberse a que el gluten tiene un efecto coloidal en el que la sustancia proteica que se agrega a la harina, embebe agua y se hidrata.

No obstante lo señalado en el párrafo anterior, la misma prueba de diferenciación múltiple de Tukey, permite apreciar que a excepción del tratamiento 25, los demás pueden ser considerados para la selección de los mejores tratamientos. Como el trigo importado tiene un valor de 8, se consideraron los tratamientos que poseían el índice más cercano, 7, es decir el 1, 22, 28, 30, 31, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 y 45. La diferencia del índice de absorción de agua con el trigo importado, es mínima, lo que determina que las harinas están dentro del grado de absorción, para la elaboración de pan. Este resultado coincide con el reportado por Lascano A. (2010) quién

encontró que la harina CWRS (trigo rojo de primavera del oeste de Canadá) de la industria Poulter, tiene un valor de 7.

Índice de amasado

El índice de amasado es una característica que indica la resistencia de la masa a dicha operación. Durante esta etapa la mezcla de harina y agua, que es una pasta espesa y viscosa; se convierte en masa suave y viscoelástica, caracterizada por tener un tacto seco y sedoso, y fácilmente ser extendida como una membrana delgada y continua. [Cauvain S., Young L., 1998]

La harina de trigo nacional y la de trigo importado presentan índices de amasado 2 y 5, respectivamente; mientras que los índices de diferentes tratamientos con mejoradores están comprendidos entre 2 y 5,5 según se aprecia en la tabla A-1. (Anexo A). La variación en los índices de amasado de las harinas se debe principalmente a la cantidad del gluten; puesto que una mayor cantidad de tal proteína provoca mayor resistencia a la acción del amasado, y así, la masa es capaz de soportar el estiramiento durante la fermentación de las masas. Y de acuerdo a Clair, L. (2009), cuanto más alto es el índice, más estable es la masa.

El ANOVA de la tabla C-2 muestra que a un nivel de confianza de 95% no hay diferencias estructurales de los efectos combinados o de interacción en el índice de amasado; pero si existe diferencia del efecto principal atribuido al gluten vital, mejorador que modifica de cierto modo este índice de amasado. Por lo que es posible que se haya reforzado la red proteica de la harina de trigo nacional, causando que la resistencia de la masa al proceso de amasado sea más prolongado.

Tomando como referencia al trigo importado que tuvo 5; los tratamientos que se destacan son: 33, 35, 36, 42, 37, 39, 40, 41, 44, 38, 43, y 45 que presentan índices comprendidos entre 4 y 5,5. Se consideraron los tratamientos

que tenían un índice de 4 porque se encontró que la harina CWRS de la molinería Poulter que tiene tan solo 3 es considerado como apto para la elaboración de pan, según lo reportado por Lascano A. (2010). En el gráfico E-2 se puede observar el perfil de los mejores tratamientos, destacándose los ya mencionados.

Índice de gluten

El índice del gluten da una idea de la fuerza de las proteínas. La modificación que se produce en un gluten dado, depende principalmente de la calidad de ese gluten y no de la cantidad, siendo las proteínas más importantes la gliadina y la glutenina. La gliadina confiere al gluten plasticidad y elasticidad, en tanto que la glutenina se encarga de la estructura. [Bennion, E., 1969]

La tabla A-1 muestra que la harina de trigo nacional presenta un índice de fuerza de gluten de 3 y la harina importada tiene 3,5; en tanto, que el resto de tratamientos están entre 2,5 y 5,5. De acuerdo a Clair, L. (2009), a mayor índice, más fuerza tiene el gluten, pues aquel depende directamente de la fuerza de los enlaces entre las cadenas de gluten. Los trigos con mayor fuerza presentan mejores propiedades de retención de gas. [Bennion, E. -1969]

El análisis de varianza correspondiente al índice de gluten se reporta en la tabla C-3. Nótese que los mejoradores que inciden sobre éste parámetro han sido el gluten vital y la glucosa oxidasa, ya que ambos presentan diferencia estadística a un nivel de confianza del 95%. También existe efecto de interacción significativo entre BC, es decir, entre la glucosa oxidasa y el estearil lactilato de sodio; y de acuerdo a la prueba de Tukey destaca el tratamiento que contenía 120 ppm de la enzima y 100ppm de emulsificante, de la combinación b_3c_2 .

La prueba de diferenciación de Tukey, permite también notar que el índice de fuerza de gluten en los tratamientos 17, 22, 42 y 44, es más alto, con valores de 4 y 5,5. Al compararlo con el trigo importado que tuvo un valor de 3,5, se establece que se ha mejorado la fuerza de gluten. En el gráfico E-3 se ilustra dichas variaciones.

Índice de viscosidad de gel de almidón

La viscosidad implica un hinchamiento de los gránulos de almidón y es el resultado del aumento de la temperatura en presencia de agua. [Bennion, E., 1969]. La harina importada tiene un índice de viscosidad igual a 4,5, mientras que la harina de trigo nacional tiene un valor de 2. Los tratamientos con la adición de mejoradores presentan índices entre 1,5 y 3, como se observa en la tabla A-1 y el gráfico E-4. Mientras más alto es el índice más viscosa es la masa. De acuerdo a Clair, L. (2009), éste índice depende del almidón y su relación entre amilosa/amilopectina y la actividad amilásica.

El análisis de varianza del índice de viscosidad de gel de almidón (tabla C-4) a un nivel de significación $\alpha=0,05$ indica que hay diferencia estructural de los efectos principales, en el que se destaca, el gluten vital; pero no se produjo efectos de interacción.

Al comparar los resultados con el trigo importado que posee un índice de 4,5; se consideraron los tratamientos 15, 27, 30, 34, 35, 36, 39, 40, 41 y 45 por tener un índice aproximado, 3. Estableciendo que el gluten contribuyó de cierto modo con la viscosidad de gel de almidón; estas diferencias se reflejan en el gráfico E-4.

Índice de resistencia de la amilasa

El índice de resistencia de la amilasa, depende directamente de la actividad amilásica. El grano de trigo en su forma natural contiene α amilasas y β -amilasas, que actúan en combinación; la α amilasa desdobra el almidón en dextrinas, y, la β -amilasa es la responsable de producir maltosa, que es aprovechada por la levadura para su fermentación a partir de dextrinas y almidón. El inconveniente es que la β -amilasa se inactiva antes que la α -amilasa, que actúa entre aproximadamente 71 y 75°C generando un exceso de dextrinas, que producen un pan pegajoso y de corte difícil. [Lagomersino, A., 2011]

En la tabla A-1 se observan valores comprendidos entre 1 y 2. Nótese que la harina nacional tiene 1 y la harina importada 7. Clair, L. (2009) manifiesta que mientras más alto es el índice, menos fuerte es la actividad amilásica; por consiguiente, el trigo nacional tiene una fuerte actividad amilásica que por lo expuesto en el párrafo anterior se constituye en un problema. Este fenómeno probablemente se debe a: la exposición del grano de trigo en un ambiente húmedo, lo que facilita su germinación, provocando así la activación general de las enzimas amilásicas, que inciden en exceso en la harina resultante de la molienda de ese trigo. [Tejero, F, 2005]. Otro factor puede ser que durante la molturación se haya producido una alta cantidad de almidón roto, que facilita la acción enzimática. [Lagomersino, A., 2011]

El análisis de varianza efectuado con las respuestas experimentales relativas a las amilasas, tabla C-5, determina que a un nivel de significación $\alpha=0,05$ hay diferencias estructurales de los efectos principales, atribuidos al gluten vital y la glucosa oxidasa; pero no existe tal diferencia en las interacciones. De modo que estos mejoradores ayudaron de cierto modo al índice de resistencia de la amilasa. En el gráfico E-5 se observa que los

tratamientos en los que se logró corregir parcialmente el mencionado índice son el 25, 31, 33, 35, 40, 41 y 45; con un valor de 2.

Índice de retrogradación del almidón

En el proceso de retrogradación, se produce una transformación en la que las moléculas gelatinizadas de almidón se reasocian para formar una estructura cristalina de dobles hélices [Cauvain S., y Young L., 1998]. Por tanto el almidón que está en un estado muy inestable, empieza a ceder parte del agua; las celdillas se encogen, se endurecen, se hacen menos elásticas y más secas, lo que es desfavorable para los productos de panificación. Aunque este proceso es reversible, puesto que el almidón tiene la capacidad de reabsorber agua al ser sometido a calentamiento; un pan de buena calidad siempre se conservará tierno durante un periodo de tiempo mayor que el pan que desde el inicio presenta calidad desmejorada. [Bennion, E., 1969]

En la tabla A-1, se observa que los valores de retrogradación están entre 1, y 3; así, la harina nacional sin mejoradores presenta un valor 2, en tanto que la harina importada tiene 6. Mientras más alto o mayor el índice, menos tiempo de vida útil tendrá el producto. [Clair, L. 2009]

Este estudio ha demostrado que el gluten vital influye sobre el índice de retrogradación, puesto que existe diferencia significativa al 0,05. También se han detectado efectos significativos de las interacciones AB y AC, conforme lo indica el ANOVA presentado en la tabla C-6. Las pruebas de Tukey de las interacciones, AB resalta el tratamiento a_1b_1 que corresponde al 0% de gluten y 0 ppm de glucosa oxidasa, como el mejor en términos de retrogradación; al igual que en la interacción AC que destaca a la combinación a_1c_1 que ha correspondido al uso de 0% de gluten y 0ppm de estearil lactilato de sodio. Determinando que la adición de mejoradores no favorecen al índice de retrogradación del almidón.

La diferenciación múltiple de Tukey, señala que el único tratamiento que difiere del resto es el 43 que tiene un índice de 3. En este caso no se tomó como referencia el valor de 6 del trigo importado; porque es probable que éste tenga una vida de anaquel más corto en relación a la harina de trigo nacional, reiterando que mientras más bajo el índice, mejor. [Clair, L. 2009]. Estas diferencias de retrogradación pueden verse de mejor manera en el gráfico E-6.

4.1.2 Caracterización Farinográfica con el equipo Mixolab Simulator

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

Hidratación

La hidratación o absorción se refiere a la proporción de agua y harina que da lugar a una masa con características adecuadas para su manejo. Éste término se encuentra directamente relacionada con la cantidad de pan que puede ser producida por kilo de harina, esto es con el rendimiento. El poder de absorción depende de la cantidad, calidad de gluten, y la dureza del endosperma. Los trigos duros generalmente tienen un endosperma vidrioso que requiere mayor energía en la molienda pero debe notarse que el mayor trabajo de molienda daña los gránulos de almidón, aumentando la capacidad de absorción de agua.

La harina de trigo nacional sin mejoradores y la harina importada tienen respectivamente un valor de hidratación del 59% y 63,1%. En el resto de tratamientos experimentales los valores oscilan entre 58 y 61,9%, lo que puede observarse en la tabla A-2. Las variaciones en los valores se deben principalmente al contenido de proteínas, por lo que una harina con elevado

contenido de proteína absorberá de forma natural más agua que una que tenga bajo contenido de proteína; también incide el contenido de pentosanos, que tiene una gran capacidad de unión de agua y aunque están presentes en la masa en muy pequeñas cantidades, pueden ser responsables de absorber hasta una tercera parte del agua en la masa. [Cauvain S., y Young L., 1998]

El análisis de varianza reportado en la tabla C-7 permite notar que existe diferencia significativa (0,05) de los efectos atribuidos al gluten vital y a la glucosa oxidasa; también muestra que existe interacción de los efectos combinados entre AC y BC.

Las pruebas de Tukey aplicadas a la interacción BC resalta la combinación b_1c_3 perteneciente al tratamiento que contenía 0ppm de glucosa oxidasa y 150ppm de estearil lactilato de sodio; en tanto la interacción AC destaca el 3% de gluten y 150 ppm de estearil lactilato de sodio de la combinación a_4c_3 . Estableciendo que los mejoradores que favorecen a la capacidad de hidratación de la harina es el gluten y el estearil lactilato de sodio, en una formulación del 3% y 150 ppm respectivamente.

Nótese que la diferenciación de Tukey, destaca los tratamientos 31, 43, 13, 22, 26, 12, 29, 35, 40, 42, 44, 24, 38, 28, 33, 32, 37, 35, 45 y 30 con una hidratación comprendida entre 60,35 y 61,9%, perfiles que se observan en el gráfico E-7. Estos valores se aproximan a la harina de trigo importado que tiene 63,1%; razón por lo que los mismos serán considerados para la selección del mejor tratamiento.

Tiempo de desarrollo de la masa

Cada harina necesita su tiempo de amasado y el farinograma es útil para determinar este tiempo. La situación del punto más alto de la curva indica el tiempo que puede ser necesario para la confección de la masa en condiciones industriales. Hay muchas harinas comerciales de las que se obtiene pan de baja

calidad a causa de que la masa ha sido poco trabajada; igualmente se estropean harinas por exceso de trabajo. [Bennion, E., 1969]

Los valores presentados en la tabla A-2 correspondiente al tiempo de desarrollo de la masa, indican tiempos entre 3,25 y 5 min. La harina de trigo nacional tiene 3,25 min y la harina importada 5 min. El tiempo de amasado se ve influido por la calidad del gluten.

El análisis de varianza para esta respuesta experimental, tiempo de desarrollo, se presenta en la tabla C-8. Nótese que el gluten vital es el mejorador que influye, puesto que su diferencia es altamente significativa ($\alpha=0,01$); también refleja que existe diferencias estructurales del efecto de interacción AB.

El tratamiento que se destaca es el a_5b_1 , es decir aquel que contenía 4% de gluten y 0 ppm de glucosa oxidasa. En consecuencia, el 4% de gluten influyó sobre el tiempo de desarrollo de la masa; esto se debe a que el gluten forma el esqueleto de la masa y determina el carácter físico de ella. [Bennion, E., 1969]

El tratamiento 10, es el único que se diferencia del resto de tratamientos; por tanto todos a excepción del 10 podrían ser considerados como aptos para panificación, de acuerdo a la tabla de diferenciación múltiple de Tukey. Al tomar en cuenta lo que señala Calaveras, harinas con valores de 4,5 minutos, son apropiadas para pan por ser harinas fuertes; se han seleccionado 40, 41, 42, 15, 18, 20, 21, 29, 36, 43, 13, 19, 23, 34, 37, 45, 26, 28, 30, 33, 38, 39 pues se caracterizan por tener tiempos entre 4,5 a 5,5 minutos, que están alrededor del valor de tiempo de desarrollo de la harina importada, 5 min. Esto se ilustra en el gráfico E-8.

Estabilidad de la masa

La estabilidad hace referencia al tiempo que transcurre hasta que se debilita la masa, y es una medida de cuanta fermentación resistirá una harina; y en cierto modo, es una indicación de la tolerancia de la misma al tiempo de fermentación. También es una medida del exceso de amasado que resiste una harina, antes de que empiece a debilitarse. [Bennion, E., 1969]

Los datos reportados en la tabla A-2 presentan valores entre 3,5 y 17,75 minutos. La harina de trigo nacional, sin aditivos, tiene 9,75 min y la harina importada alcanza 16,25 min. Estos tiempos dependen de la calidad de la harina, de modo que una masa adecuada mantiene la máxima consistencia.

El análisis de la varianza realizado con la respuesta experimental se muestra en la tabla C-9, anexo C. Nótese que existe diferencia significativa al 5%; tanto de los efectos principales atribuidos al gluten y al estearil lactilato de sodio, como de los efectos combinados AB y BC. La prueba de interacción BC de Tukey resalta la combinación b_3c_3 , que corresponde a 120 ppm de glucosa oxidasa y 150 ppm de estearil lactilato de sodio; en tanto que la interacción AC destaca el tratamiento experimental que ha correspondido a la adición de 4% de gluten vital y 0 ppm de glucosa oxidasa de la combinación a_5b_1 . Estas combinaciones muestran que la glucosa oxidasa junto con el estearil lactilato de sodio en dosis de 120 ppm y 150 ppm favorecen a la estabilidad; así como el 4% de gluten vital.

Los tratamientos 1, 22, 2, 17, 9, 25, 13, 21, 20, 29, 15, 32, 18, 34, 44, 27, 23, 24, 30, 35, 36, 40, 19, 31, 37, 43, 45, 26, 28, 33, 38, 41, 42, 39, conforme la diferenciación múltiple de Tukey tienen un mismo efecto. Al considerar que el trigo importado tuvo una estabilidad de 16,25 min, se consideraron los tratamientos, cuyos valores estaban alrededor del mismo; por tanto se destacan el 19, 31, 37, 43, 45, 26, 28, 33, 38, 41, 42, 39 que tienen valores de 16 a 17,75 minutos de estabilidad; dichos perfiles se aprecian en el gráfico E-9.

Debilitamiento de la masa

El debilitamiento está representado por la caída de la curva, durante un periodo determinado del amasado. Las harinas fuertes darán números bajos, mientras que las débiles darán números altos. [Bennion, E., 1969]

Como se evidencia en la tabla A-2, los valores de debilitamiento tienen un rango de 23,5 y 102 UF. Por su parte la harina nacional sin mejoradores presenta 80 UF, constituyéndose en una harina de baja calidad, mientras que la harina importada tiene 43 UF que la califica como una harina de calidad buena.

El ANOVA de la tabla C-10, indica diferencia significativa en los efectos principales, atribuido al gluten vital; en tanto que no existe diferencias estructurales de las interacciones.

El trigo importado tiene un valor de 43 UF, por lo que se destacan los tratamientos 38, 39, 40, 41, 42, 43, y 45 que tienen un debilitamiento de 23,5 y 42,5 UF, como se ilustra en el gráfico E-10. Estableciendo que la adición de gluten vital contribuyó con el parámetro de debilitamiento de la masa; puesto que harinas iguales o inferiores a 50 UF son consideradas como harinas de buena calidad.

4.1.3 Selección de los mejores tratamientos

Para su selección, se consideró los tratamientos que presentaron características similares al del trigo importado. Por tanto después de haber procesado los resultados dados por el Mixolab Profiler y Farinografía a través de tablas de Anova y pruebas de Tukey; y haciendo énfasis en los resultados del segundo equipo (Farinografía) por arrojar resultados con mayor sensibilidad, se ha considerado que se destacan los tratamientos 41 y 42.

El 41 pertenece a los niveles $a_5b_2c_2$; es decir, 4 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm estearil lactilato de sodio. En tanto que el 42 es el $a_5b_3c_2$; el mismo que contiene 4% de gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm estearil lactilato de sodio.

De acuerdo a los análisis farinográficos, los tratamientos 41 y 42 tienen una hidratación o absorción de agua de 60,2% y 60,75% respectivamente, un tiempo de desarrollo de 4 minutos y una estabilidad de 17,5 minutos en los 2 tratamientos y un debilitamiento de 35,5UF en el caso del tratamiento 41, y 34,5 UF en el tratamiento 42. De acuerdo a Pantanelli (1996) las harinas que tienen valores de estabilidad mayores a 10 minutos son consideradas como harina de calidad óptima; valores de debilitamiento de 30 a 50UF califica a la harina como de calidad buena; determinando que son harinas aptas para panificación.

4.1.4 Comparación reológica de mejores tratamientos y trigo importado

Para establecer comparaciones entre la harina de trigo nacional y la harina de trigo importado, se aplicó la prueba de Dunnett que está diseñado específicamente para situaciones en las cuales los tratamientos experimentales son comparados con un grupo referencial o control. Se aplica después que el análisis de varianza haya determinado rechazar la hipótesis de igualdad de los promedios de los tratamientos. [Saltos H. A., 2010].

Los valores de comparación de los tratamientos 41, 42 (Harina de trigo nacional con mejoradores) y 0 (Harina de trigo importado o control), están registrados en la tabla B-1 del Anexo B; también se hacen constar las representaciones gráficas de las curvas del Mixolab Profiler en el Anexo F correspondiente a las figuras F-1 – F-6.

La tabla D-1 (Anexo D) correspondiente al análisis de varianza del índice de absorción de agua, muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95%. La prueba de Dunnett, establece que los tratamientos de trigo nacional son diferentes del tratamiento de trigo importado o control; ya que los dos primeros tratamientos tienen un valor de 7 mientras que el último 8. Al revisar citas bibliográficas, se encontró que el trigo también importado CWRS (trigo rojo de primavera del oeste de Canadá) procedente de la molinería Poultier tiene un valor de 7 y es apto para la elaboración de pan. [Lascano A. 2010]. Por lo que se determinó que los tratamientos en cuestión (41 y 42) están dentro del grado de absorción y son adecuados para panificación.

El análisis de varianza de las tablas D-2, D-3 y D-4, concernientes al índice de amasado, índice de fuerza de gluten e índice de viscosidad de gel de almidón respectivamente, muestran que no hay diferencias entre los tratamientos de trigo nacional y de trigo importado. Estableciendo que con la adición de mejoradores se corrigieron estos índices.

En tanto que los índices de resistencia de la amilasa y retrogradación de almidón de las tablas de análisis de varianza D-5 y D-6, indican que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos. La prueba de Dunnett indica que el T_{41} y T_{42} difieren del control; diferencia atribuida a temperaturas húmedas a la que probablemente el trigo nacional haya sido sometido, temperaturas que facilitan la actividad enzimática.

La prueba de Dunnet, correspondiente al índice de retrogradación, muestra que los tratamientos 41 y 42 son diferentes del control a un nivel de significación del 5%. Dicha diferencia es positiva en éste caso, porque es probable que los tratamientos de trigo nacional tendrán una vida de anaquel más prolongado en relación al tratamiento de trigo importado. En el gráfico E-

11 (Anexo E) se ilustran las comparaciones entre los mejores tratamientos y el trigo importado, de los parámetros ya analizados.

4.1.5 Comparación farinográfica de mejores tratamientos y trigo importado

Los resultados de farinografía de la tabla B-2, indican comparación entre los tratamientos de trigo nacional y de trigo importado. Las tablas de ANOVA, reflejan lo siguiente:

La tabla D-7 correspondiente al parámetro de hidratación, indica que hay diferencia significativa entre los tratamientos a un $\alpha=0,05$. La prueba de Dunnett revela que los tratamientos 41 y 42 difieren del tratamiento 0, puesto que la tabla B-2 refleja que el trigo importado tiene mayor capacidad de hidratación (63,1%) en relación a los tratamientos del trigo nacional que alcanzan valores de 60,2% y 60,75%. Estableciendo que no se logró corregir cuyo parámetro como se esperaba, pero por presentar valores próximos al del trigo importado se los han considerado aptos para la elaboración de pan.

Lo que respecta al tiempo de desarrollo, estabilidad y debilitamiento de la masa no hay diferencia entre los tratamientos 41, 42 y 0, según las tablas de análisis de varianza D-8, D-9 y D-10, a un nivel de confianza del 95%. Estas comparaciones se ilustran de mejor manera en el gráfico E-12, y en el anexo F (Figura F-7 hasta la Figura F-12) constan las representaciones farinográficas de estos tratamientos.

4.1.6 Análisis organoléptico de pan de mejores tratamientos y trigo importado

Se denomina análisis organoléptico al conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos receptadas por uno o

más de los sentidos humanos. [Saltos H. A., 2010]. Para la evaluación se aplicó una prueba de escala hedónica de cinco niveles, valorados sobre 5 puntos. El panel estuvo formado por 30 jueces no entrenados a quienes se les pidió degustar las muestras codificadas. En el Anexo 1, se observa la hoja de catación utilizada para la degustación.

Se presentaron 3 muestras simultáneamente, el T₄₁ y T₄₂ que corresponden a los panes de harina de trigo nacional y el T₀ al pan de harina de trigo importado con el fin de establecer comparaciones entre los mismos; para ello, se aplicó la prueba de Dunnett que es útil para establecer similitud entre tratamientos experimentales con un tratamiento referencial o control. Los atributos evaluados fueron: color de la corteza, apariencia de la miga, friabilidad, textura y sabor, los mismos que se analizan a continuación.

Color de la corteza

La importancia del color de un alimento es muy grande, ya que se le considera no solo como índice de calidad sino también concede carácter distintivo a los alimentos a los cuales está habituado el consumidor, haciendo decoro a la frase “cada día se come más con los ojos” [Saltos H. A., 2010]

El color se desarrolla durante la etapa de horneado del pan y está asociado a las reacciones de Maillard y de caramelización, que producen compuestos que afectan al color y al flavor del pan. [Bastidas S., y de la Cruz S., 2010]. Considerando la escala hedónica presentada en el Anexo 1, el color de la corteza de los tratamientos en estudio tiene un rango de medias entre 3,07 y 3,17; y por tanto se describe como de color “dorado”. Nótese que la tabla D-11 presenta el análisis de varianza a un 5% de significación, el cual indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio; es decir que los panelistas no detectaron diferencias de color entre los panes de trigo nacional y el pan de trigo importado.

Apariencia de la miga

Esta característica se limita al tamaño y distribución de los alveolos en la miga, la misma que debe ser estructurada por alveolos finos, debe ser suave, elástica, ni porosa ni compacta, no debe ser seca ni pegajosa. [Bastidas S., y de la Cruz S., 2010]. Sin embargo cada tipo de pan tiene sus propios requisitos sobre la estructura alveolar de la miga y, por tanto no hay un solo estándar que pueda aplicarse a todos los productos. [Callejo, M., Ruiz, V., 1999]

La apariencia de la miga del pan según la tabla B-4, tienen valores promedios iguales a 2,67 para el caso del T₄₁; 3,03 para el T₄₂, y, 2,83 para el T₀. La tabla D-12 del análisis de varianza, establece que no existen diferencias entre los tratamientos al 0,05 de significancia, por consiguiente los panelistas no detectaron diferencia entre el pan elaborado con trigo nacional y el importado. Conforme la escala hedónica presentada en el Anexo 1 caracteriza al pan con una apariencia “ni porosa ni compacta”.

Friabilidad

El término friabilidad, se refiere al grado quebradizo o de desmenuzabilidad y ausencia de cuerpo que puede presentar un producto panificable; un ejemplo claro de ello es el pan de leche. En consecuencia este tipo de pan no debe ser friable ya que no corresponde a dicha categoría.

La tabla B-5 reporta valores de friabilidad en un rango de 2,93 y 3,10; y conforme el Anexo 1, estos promedios, califican al pan, como “apenas desmenuzable”. El ANOVA de la tabla D-13, refleja que no existe diferencia significativa entre los tratamientos T₄₁, T₄₂ y T₀, con un nivel de significación $\alpha=0,05$. Lo que quiere decir que los panes de harina nacional y el pan de harina importada tiene un mismo grado de friabilidad.

Textura del pan

Esta característica organoléptica tiene que ver con las sensaciones que se manifiestan a través del tacto o la tensión. La percepción se hace con la mano y con la boca, por la resistencia y consistencia a la masticación, respectivamente. [Saltos H.A., 2010]

La textura de los panes elaborados están calificados como “ni dura ni blanda” a “blanda”, conforme las medias 3,18 en el caso del tratamiento 42; 3,20 el tratamiento 41 y 3,30 en el tratamiento 0, reflejado en la tabla B-6. La razón de varianza (Tabla D-14) muestra que no existe diferencia entre los panes de harina nacional y el pan de harina importada a un nivel de confianza del 95%; por tanto los catadores no notaron diferencia en la textura de los distintos panes.

Sabor

El sabor no es una cualidad que se pueda estandarizar pues cada zona o región tiene sus ideas y preferencias propias, como lo establece Bennion, (1969). Mientras que algunas personas prefieren un sabor dulce en el pan, otros aprecian el sabor neutro que tiene el pan corriente producido en una fábrica. Sin embargo siempre debe ser característico, agradable y no ácido.

En la tabla B-7 se indican los valores promedios de sabor del pan: 3,52; 3,42 y 4,00, que corresponden al T_{41} , T_{42} y T_0 respectivamente. La razón de varianza para esta característica se presenta en la tabla D-15, y la misma señala que existe diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de Dunnett revela que el sabor de los panes de trigo nacional difiere del pan de trigo importado.

Nótese que el pan elaborado con harina de trigo importado es el que tiene mejor sabor, calificado como “agradable”; en relación a los panes de trigo nacional, caracterizados como “ni agradable ni desagradable”, conforme la escala hedónica de sabor presentada en el Anexo 1. Este resultado determinó que se elaborara pan con harina de trigo nacional sin agregar aditivo con la finalidad de establecer la posibilidad de que los mejoradores hayan influido sobre el sabor. Tal posibilidad quedó descartada ya que el pan continuaba con cierto sabor a ácido. Al consultar sobre el particular al Ing. Héctor Recalde, Jefe de producción de la Molinería Miraflores; molinería de la que se obtuvo la variedad cojitambo, se pudo conocer que la harina si presentaba cierto sabor anormal y que, es posible que se deba al inadecuado almacenamiento de cosecha del trigo, al que lo someten los productores, el cual habría alterado la composición química del trigo, modificando la acidez de la harina, debido a la posible descomposición de las grasas bajo la influencia de las lipasas. [Ramírez, G., 2002]

4.1.7 Caracterización del pan de mejores tratamientos y trigo importado

Para la caracterización se tomaron 10 piezas de pan al azar de cada tratamiento, es decir, pan de trigo nacional y pan de trigo importado con la finalidad de compararlos entre los mismos. Se determinó el peso, diámetro, altura y volumen. Cabe mencionar que los tres tipos de pan fueron sometidos a un mismo proceso de elaboración como se muestra en el diagrama del Anexo 3; con tiempos y temperaturas controladas; y elaborados con la misma formulación que rige en la tabla B-8 (Anexo B). A continuación se discuten los resultados.

Peso. Éste parámetro se ve influido directamente por la pérdida de agua durante el proceso de horneado del pan, en forma de vapor, debido a las temperaturas altas a las que son sometidos los panes; estableciendo una

pérdida de aproximadamente del 14%. De acuerdo a la tabla B-9, el peso es de 42,8g en el T₄₁, 42,2g en caso del T₄₂, y 42,5 g en el T₀.; y en el gráfico E-13 se pueden apreciar estas comparaciones. El análisis de varianza de la tabla D-16 a un 5% de significancia, revela que no existe diferencia de peso entre los tratamientos; de modo que los panes de trigo nacional y de trigo importado no poseen diferencias de peso.

Diámetro. Los valores promedios de diámetro fluctúan entre 7,3 cm y 7,69 cm de acuerdo a la tabla B-9. El ANOVA de la tabla D-17 establece diferencias de diámetro entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95%; y la prueba de Dunnett indica que uno de los tratamientos de trigo nacional, el T₄₁ difiere del pan del T₀ (control), en tanto que el T₄₂ no es diferente del pan de trigo importado. Por tanto los mejoradores en una formulación de 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+100ppm esteaoril lactilato de sodio contribuyeron de mejor manera con el diámetro del pan, superando al diámetro del pan de trigo importado o control.

Altura. El rango de altura está entre 5,023 cm y 5,092 cm como lo refleja la tabla B-11. Estableciendo que no existe diferencia significativa de altura entre los tratamientos de acuerdo al análisis de varianza de la tabla D-18, a un 5% de significancia.

Volumen. Éste parámetro se determinó mediante la técnica de desplazamiento de semillas. El volumen depende principalmente de la calidad de la harina, de la cantidad y calidad del gluten, y de la cantidad de azúcar presente; pero mediante la manipulación adecuada se puede aumentar el volumen en una harina determinada. [Bennion, 1969]

Según los resultados reportados en la tabla B-9, el T₄₁ tuvo un volumen promedio de 184,5 cm³; el T₄₂ presentó 184 cm³, mientras que el T₀ alcanzó 162,5 cm³. La razón de varianza de la tabla D-19 muestra que existe diferencia

significativa entre los tratamientos y conforme la prueba de Dunnett los tratamientos de pan de trigo nacional son diferentes del pan de trigo importado, determinando que los primeros tratamientos presentaron mejor volumen en relación al tratamiento referencial. Por lo tanto se corroboró que los mejoradores contribuyen con las características físicas del pan; según Tejero F., (2005) el emulsificante estearil lactilato de sodio permite incrementar el volumen del pan.

4.1.8 Análisis de Textura de pan de mejores tratamientos y trigo importado con el empleo del texturómetro Brookfield

La textura es un factor determinante de la calidad sensorial del pan e influye en gran medida en las decisiones de compra de los consumidores. La corta vida útil del pan y la pérdida de frescura de la miga está fundamentalmente asociada con la evolución de dos parámetros de textura: el incremento de firmeza y pérdida de elasticidad [Callejo, M., Ruiz, V., 1999]

Dichos parámetros pueden ser cuantificados mediante receptores sensoriales mecánicos como el texturómetro MODELO CT3, el mismo, que aplica dos compresiones sucesivas en la muestra con fuerzas que ocasionan cambios irreversibles en el alimento que se está analizando. El equipo permite medir simultáneamente diversas características del producto, entre los que se mencionan: dureza, deformación según dureza, deformación recuperable y trabajo total. En este trabajo se hizo un seguimiento de la textura de panes de trigo nacional y un pan de trigo importado, con características similares en forma y tamaño durante 4 días, a fin de realizar un estudio comparativo entre los mismos.

Las representaciones gráficas del texturómetro se pueden visualizar a partir del gráfico F-13 hasta el gráfico F-24 (Anexo F) en el que constan las curvas de las réplicas de cada tratamiento. Asimismo, desde el cuadro F-1

hasta el cuadro F-24 están registrados los resultados que arrojó el equipo Brookfield; valores de dureza, deformación según dureza, deformación recuperable y trabajo total durante los 4 días de almacenamiento del pan.

Dureza. La dureza definida en términos sensoriales, es la máxima fuerza requerida para comprimir un alimento entre las muelas. Los valores de dureza registrados en la tabla B-10, muestran una relación directamente proporcional con el tiempo, es decir, conforme pasan los días, el pan va endureciendo paulatinamente; por ello, el primer día de almacenamiento el pan presenta valores de dureza más bajos en relación a los 2, 3 y 4 días, como se visualiza en el gráfico E-14. Nótese que éste fenómeno se explica mediante una ecuación lineal.

El análisis de varianza (Tabla D-20) indica que no existe diferencia de dureza entre los tratamientos. Por tanto los tres tipos de pan tuvieron un mismo comportamiento de dureza característico cada día, durante el tiempo de almacenamiento.

Deformación según dureza. En términos matemáticos, es la distancia en el punto de dureza; y en términos sensoriales es la resistencia que pone el cuerpo a perder su forma, los resultados se ilustran en la tabla B-11, y, el gráfico E-15 muestra una posible relación polinómica de tercer orden.

El ANOVA de la tabla D-21 a un nivel de confianza del 95%, indica que no hay diferencia entre los tratamientos. Por lo que el comportamiento de deformación según dureza en los panes de trigo nacional y en el de trigo importado es el mismo.

Deformación recuperable. La deformación recuperable, de acuerdo a la definición sensorial es la altura recuperada por un alimento tras sufrir una fuerza de compresión. Los resultados se muestran en la tabla B-12 y se ilustran en el gráfico E-16. De acuerdo al análisis de varianza de la tabla D-22 no existe

diferencia significativa entre los tratamientos, a un nivel de significación $\alpha=0,05$. En consecuencia al 5% de significación los panes de trigo nacional y el pan de trigo importado poseen un mismo comportamiento similar.

Trabajo total. El trabajo total en términos sensoriales es la suma del trabajo necesario para vencer la fuerza interna que tiene el alimento y el trabajo realizado por el alimento contra una fuerza de compresión a medida que se va quitando. [Operating Instructions - Brookfield, 2011]. Los valores de trabajo total constan en la tabla B-13, y de acuerdo al gráfico E-17 existe una relación directamente proporcional entre el trabajo total y el tiempo de almacenamiento; por ello, éste suceso obedece a una ecuación lineal, ya que conforme pasan los días, el trabajo total también va aumentando.

La tabla D-23 correspondiente al ANOVA de trabajo total, indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que se determina que los panes tuvieron un mismo comportamiento característico cada día, durante los 4 días de almacenamiento. Cabe destacar que los parámetros ya analizados, es decir, dureza, deformación según dureza, deformación recuperable y trabajo total; dependen directamente de la retrogradación o envejecimiento del pan.

4.1.9 Costos de producción

Con el propósito de determinar la viabilidad de elaboración de pan con 100% trigo nacional con la adición de mejoradores, y analizar la competitividad del pan que es elaborado con trigo importado, se realizó un análisis de costos de producción. Esta estimación se hizo en base a las formulaciones de los mejores tratamientos; es decir: el T₄₁ y el T₄₂, dado que no difieren en gran medida en su formulación. Se planteó el balance de costos para la formulación del tratamiento 42 por tener más cantidad de emulsificante (150 ppm) en relación al tratamiento 41 que tiene 100 ppm de estearil lactilato de sodio.

Partiendo de 121,021 kg de materia prima y considerando el rendimiento del 86% del pan se obtiene 164,278 Kg, de la cual se obtienen alrededor de 2738 piezas de pan de 60g. El costo de los materiales directos e indirectos, equipos y utensillos, suministros y la mano de obra, es de 185,408 dólares que dividido para las 2738 piezas, determina un costo de cada unidad igual a 7 centavos de dólar. Al considerarse el 20% de utilidad el precio de venta sería de 8 centavos por unidad. Para mayor detalle ver la tabla B-14.

Por lo expuesto el pan 100% trigo nacional, con la adición de mejoradores valorado en 8 centavos de dólar resulta competitivo frente al pan de trigo importado que se vende alrededor de 12 centavos. En consecuencia debería considerarse la posibilidad de elaborar pan con trigo nacional, no solo porque significa reducción de precios al consumidor sino que también se verían favorecidos los pequeños agricultores de trigo de nuestro país; incentivando así la producción de éste cereal.

4.2 Verificación de hipótesis

Mediante las tablas de análisis de la varianza calculados con los resultados de los mejores tratamientos, T_{41} y T_{42} ; en comparación con el trigo importado (T_0), se ha podido observar la significancia, probabilidad (P value), de cada una de las características analizadas con el mixolab Profiler, pruebas de farinografía, y una vez elaborado el pan, con la evaluación sensorial. Aquello puede observarse en la tabla resumen B-15.

En algunos casos, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1) lo que indica que por lo menos un tratamiento difiere de los otros tratamientos en las respuestas experimentales. Consecuentemente, la harina de trigo nacional, con la adición de mejoradores, presenta diferentes características reológicas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ♣ Se utilizaron como mejoradores de la harina de trigo nacional, los siguientes aditivos: gluten vital, enzima glucosa oxidasa y emulsificante estearil lactilato de sodio. El estudio ha permitido identificar dos tratamientos promisorios: T₄₁ que contenía como aditivos: 4 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm estearil lactilato de sodio; y, el tratamiento T₄₂, que contenía: 4% de gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm estearil lactilato de sodio.
- ♣ Se determinó el comportamiento reológico de la harina de trigo nacional a la que se adicionó mejoradores, habiéndose mejorado el índice de amasado de 2 a 4,5 en el T₄₁ y 4 en el T₄₂. El índice de fuerza de gluten que inicialmente tenía 3 y una vez mejorado alcanzó 3,5 en el T₄₁ y 4,5 en el T₄₂; el índice de viscosidad de gel de almidón que era 2 subió a 3 en el T₄₁ y 2,5 en el T₄₂. También se corrigió de cierto modo el índice de resistencia de la amilasa que ascendió de 1 a 2 en el T₄₁ y 1,5 en el T₄₂; en tanto que en los índices de absorción de agua y retrogradación de almidón, no se modificaron los valores ya que antes y después de la adición de mejoradores los valores fueron de 7 y 2 respectivamente.

- ♣ Se estableció el comportamiento de la masa mediante farinografía; y al analizar los resultados del T_1 que es la harina de trigo nacional sin mejoradores y los tratamientos T_{41} y T_{42} que corresponde a la harina ya mejorada; se encontró que se ha corregido dicho comportamiento, puesto que la hidratación que inicialmente era de 59% ascendió a 60,2 % en el T_{41} y 60,5% en el T_{42} ; el tiempo de desarrollo de 3,25 min pasó a 4,5 min en el T_{41} y en el T_{42} ; la estabilidad inicial de 9,75 min alcanzó 17,5 min en el T_{41} y en el T_{42} ; y el debilitamiento de la masa que presentaba un valor de 80 UF en el T_1 bajó a 35,5 UF en el T_{41} y 34,5 UF en el T_{42} .

- ♣ Se comparó el comportamiento reológico de la harina de trigo nacional ya mejorada (T_{41} y T_{42}) con la harina de trigo importado (T_0). No se encontraron diferencias significativas en: el índice de amasado, el índice de fuerza de gluten y el índice de viscosidad de gel de almidón. Sin embargo los tratamientos difieren en el índice de absorción de agua que depende principalmente del contenido de gluten; en el índice de resistencia de la amilasa que se ve afectado por la germinación; y varían en la retrogradación del almidón, que en éste caso resulta ventajoso porque sugiere que los tratamientos de trigo nacional tendrán una vida útil más prolongada.

- ♣ Se evaluó la calidad sensorial del pan elaborado, tanto con harina de trigo nacional como con harina de trigo importado en base a los atributos: color, apariencia de la miga, friabilidad, textura y sabor. En los cuatro primeros atributos no existe diferencia entre los tratamientos, calificando a los panes como de un color “dorado”, de apariencia de la miga “ni porosa ni compacta”, de friabilidad “poco desmenuzable” y de textura “ni dura ni blanda”. En tanto que se detecta diferencia en el sabor, caracterizando al pan de trigo nacional como “ni agradable ni

desagradable” mientras que el pan de trigo importado fue considerado como “agradable”.

- ♣ Se midió la textura del pan de los mejores tratamientos mediante el uso del Texturómetro CT3 marca Brookfield, y como la textura se relaciona con el grado de frescura que presenta un alimento, se corroboró que esa frescura se va perdiendo con los días de almacenamiento del pan, puesto que al cuarto día el pan presentó un grado de dureza más alto en relación a los tres días anteriores; dureza que se debe al proceso de retrogradación del almidón que tiende a sufrir el pan una vez sacado del horno. No se encontró diferencia significativa en la dureza del pan entre los panes elaborados con las harinas provenientes de los mejores tratamientos (T_{41} y T_{42}) y el pan elaborado con trigo importado (T_0).

5.2 Recomendaciones

- ♣ Es de vital importancia capacitar a los agricultores respecto al mejor almacenamiento del grano de trigo ya que las condiciones climáticas inadecuadas (húmedas), originan una alteración en la composición química del trigo, que repercute directamente sobre la calidad de la harina. Por tanto se recomienda analizar los procesos de pos-cosecha del trigo nacional.
- ♣ Es necesario que se mejoren las variedades de trigo, con la finalidad de obtener trigos con mayor contenido y calidad de gluten.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1 Datos informativos

Título: “Técnicas de almacenamiento adecuado de pos-cosecha de trigo nacional cojitambo”

Institución Ejecutora: Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL).

Beneficiarios: Sector molinero, Panificadores del país, Comunidad Científica.

Ubicación: Ambato – Ecuador

Tiempo estimado para la ejecución: 7 meses

Inicio: Julio 2012. **Final:** Febrero 2013.

Equipo técnico responsable: Egda. Miryam Álvarez. e Ing. Mario Álvarez.

Costo: 2142,00 dólares

6.2 Antecedentes de la propuesta

Uno de los inconvenientes que tiene el trigo nacional es el inadecuado almacenamiento luego de su cosecha, lo que repercute directamente sobre el comportamiento reológico de la harina y a su vez sobre el producto terminado. El tiempo de almacenamiento y la conservación de la calidad del trigo están estrechamente correlacionados con el contenido de humedad y la temperatura de la masa de granos, como se muestra en la tabla 2. [Depósito de documentos de la FAO, 2005]

Tabla 2. Tiempo seguro de almacenamiento en función de las diferentes temperaturas y el contenido de humedad de los granos

Temperatura del grano	Contenido de Humedad (% base húmeda)						
	14	15,5	17	18,5	20	21,5	23
(°C)	Días						
10,0	256	128	64	32	16	8	4
15,5	128	64	32	16	8	4	2
21,1	64	32	16	8	4	2	1
26,6	32	16	8	4	2	1	0
32,2	16	8	4	2	1	0	0
37,8	8	4	2	1	0	0	0

Fuente: Christensen, 1974.

El agricultor deberá elegir la estructura de almacenamiento que mejor se adapte a su cultivo y a su localidad. Para disminuir los costos de producción se recomienda utilizar los materiales de construcción que existen. No obstante se sugieren algunos sistemas para el almacenamiento de granos a granel, tales como: el tambor metálico, el silo metálico de pequeña capacidad, el silo de hierro-cemento, el silo de suelo-cemento (hornero), el troje de cañas/bambú o listones, el troje de tablas, el silo de albañilería con sistema de aireación y por último el silo metálico comercial. [Depósito de documentos de la FAO, 2005]

Es indispensable guardar los granos secos en una atmósfera automodificada, con bajo oxígeno y alta concentración de anhídrido carbónico

(CO₂). Para ello es recomendable: bolsas plásticas y el lugar donde se las ubique debe ser lo más alto posible, lejos de árboles y de cualquier posible fuente de rotura. [Área agronomía, 2003]

El principio del almacenamiento es guardar los granos secos, sanos, sin daño mecánico y limpio. Para esto, la consigna básica y válida para todo tipo de almacenamiento, es la de mantener los granos “vivos”, con el menor daño posible. [Área agronomía, 2003]

6.3 Justificación

En Ecuador, el almacenamiento del trigo es inadecuado. Por tanto se ve la necesidad de investigar la forma de almacenamiento que utilizan los agricultores.

Si bien la calidad de un trigo depende de las condiciones de cultivo, lluvias, temperaturas, presencia de plagas, fertilización o riego, también puede verse perjudicada en las etapas posteriores del acondicionamiento (secado) y la conservación. Los principales factores que influyen en el deterioro de los granos son la temperatura y el contenido de humedad; por lo que cada producto debe tener un contenido de humedad adecuado para que pueda ser almacenado con seguridad; mientras más seco y frío se conserva el grano, mayor será el tiempo que permanecerá en buenas condiciones. [Depósito de documentos de la FAO, 2005]

El deterioro del grano no se puede evitar completamente, ya que por ser un organismo vivo respira como cualquier otro, consumiendo sus reservas y produciendo energía. Pero, a través del almacenaje y manejo se pueden minimizar su deterioro. [Depósito de documentos de la FAO, 2005]

A través de procesos de molturación, las harinas son la materia prima básica para productos panificados muy diferentes tales como pan, galletitas

(tipo cracker, dulces) u obleas. Aunque la calidad del pan es siempre el objetivo principal del fabricante, las propiedades del material (masa) producida en el proceso, ejercen una influencia creciente sobre la elección de las materias primas principales y los aditivos necesarios; y, la producción resulta económica cuando las materias primas se almacenan, transportan y dosifican sin dificultades. Por tanto “el productor es, en esencia, un productor de alimentos y para lograr alimentos de calidad es necesario producir granos de calidad”. [Claude, W. 2011]

Por otro lado el almacenamiento de la producción agrícola, se ve justificada por el hecho de atender la demanda que se presenta durante el periodo entre cosechas; ya que la producción de granos es discontinua en tanto que su consumo es continuo, y el agricultor podrá venderla con posterioridad en la época más oportuna. Por éste y los factores expuestos anteriormente es indispensable un estudio del almacenamiento de pos-cosecha de trigo ya que se constituye en un aporte al estudio de la problemática de la calidad del trigo nacional, el cual no ha sido estudiado a profundidad, a pesar de que existen estudios formales que dan cuenta de la baja calidad del trigo.

6.4 Objetivos

6.4.1 General

- ♣ Establecer técnicas de almacenamiento adecuado de pos-cosecha del grano de trigo nacional cojitambo.

6.4.2 Específicos

- ♣ Analizar la forma tradicional de almacenamiento de grano de trigo.
- ♣ Detectar los puntos críticos en el proceso de almacenamiento tradicional del trigo.

- ♣ Evaluar la calidad del trigo mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos.

6.5 Análisis de factibilidad

Para considerar la factibilidad y la viabilidad de técnicas de almacenamiento de pos-cosecha de trigo nacional, es necesario analizar la forma tradicional de almacenamiento con el fin de detectar los puntos críticos que implican dicho proceso. A través de esto, se logrará contrarrestar de cierto modo los daños físicos y alteraciones que sufren el trigo nacional, porque a más de ser una variedad de trigo de baja calidad se ve perjudicando por éste factor (almacenamiento) que si son posibles de controlar.

Es indispensable mencionar el factor socio-económico, puesto que el presente proyecto a más de contribuir con las industrias panaderas, que dependen directamente de la calidad de la materia prima; se favorecerán también los pequeños y grandes productores de trigo ya que su producción tendrá mayor demanda y se evitarán ciertas pérdidas en el proceso de almacenamiento. Con este fin, es imprescindible contar con los laboratorios y su respectivo equipamiento, para la realización de lo diferentes análisis físicos, químicos y microbiológicos; entre otros recursos; como se establece en la tabla 3.

Tabla 3. Recursos económicos de la propuesta

Recursos Humanos	Costo (\$)
Tutor	180,00
Graduando	500,00
Recursos Materiales	
Uso de equipos de laboratorio	600,00
Materiales de laboratorio (Reactivos)	400,00
Materiales de oficina	60,00
Movilización	100,00
Alimentación	200,00
Imprevistos (5%)	102,00
SUMAN	2.142,00

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011.

6.6 Fundamentación científico-técnica

La norma Codex Standard 199-1995 se aplica a los granos de trigo destinados a elaboración para el consumo humano. Entre los factores de calidad, se consideraran los siguientes parámetros, según transcripción textual de la misma.

Factores de calidad e inocuidad – generales

“El trigo y el trigo duro deberán ser inocuos y adecuados a la elaboración para el consumo humano y deberán estar exentos de sabores, olores anormales, de insectos y ácaros”.

Factores de calidad – específicos

Contenido de humedad

“**Nivel máximo:** trigo 14,5 % m/m ; trigo duro 14,5 % m/m”.

“Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos”.

“**Cornezuelo:** *Sclerotium* del hongo *Claviceps purpurea*

Nivel máximo: trigo 0,05 % m/m; trigo duro 0,05 % m/m”

“**Materias extrañas:** son todas las materias orgánicas e inorgánicas que no sean trigo o trigo duro, granos quebrados, otros granos ni suciedad”.

“**Semillas tóxicas o nocivas:** los productos regulados por las disposiciones de esta Norma, deberán estar exentos de las siguientes semillas tóxicas o nocivas en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud humana”.

“Crotalaria (*Crotalaria*spp.), neguilla (*Agrostemmagithago*L.) Castor, semilla de ricino (*Ricinuscommunis*L.), estramonio (*Datura* spp.) y otras semillas que comúnmente se consideran perjudiciales para la salud”.

“**Suciedad** (impurezas de origen animal, incluidos los insectos muertos): 0,1 % m/m máximo”.

“**Otras materias extrañas orgánicas:** que se definen como componentes orgánicos que no sean granos de cereales comestibles (semillas extrañas, tallos, etc.)”.

“**Nivel máximo:** trigo 1,5 % m/m ; trigo duro 1,5 % m/m”.

“**Materias extrañas inorgánicas:** que se definen como cualquier tipo de componente inorgánico (piedras, polvo, etc.)”.

“**Nivel máximo:** trigo 0,5 % m/m; trigo duro 0,5 % m/m”.

Contaminantes

“**Metales pesados.** Los productos regulados por las disposiciones de esta Norma deberán estar exentos de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana. **Residuos de plaguicidas.** El trigo y el trigo duro se ajustarán a los límites máximos de residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto”.

Higiene

“En la medida de lo posible, con arreglo a las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables”.

“Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto, después de limpiado y seleccionado, y antes de someterlo

a elaboración ulterior: estará exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud; estará exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y no contendrá sustancias procedentes de microorganismos incluidos hongos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud”.

Envasado

“El trigo se envasará en envases que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutricionales, tecnológicas y organolépticas del producto”.

“Los envases, incluido el material de envasado, deberán estar fabricados con sustancias que sean inocuas y apropiadas para el uso al que se destinan. No deberán transmitir al producto sustancias tóxicas ni olores o sabores indeseables”.

“Cuando el producto se envase en sacos, éstos deberán estar limpios, ser resistentes y estar bien sellados”. [Codex Standard 199-1995]

6.7 Metodología. Modelo operativo

En la tabla 4, se ilustra el plan de acción con la respectiva fase que se llevarán a cabo, para la ejecución del presente trabajo.

Tabla 4. Modelo operativo de la propuesta

Etapas	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
Formulación de la propuesta	Búsqueda de información con respecto al tema	Revisión bibliográfica	Investigadora	Humanos y Económicos	\$ 50	1 mes
Desarrollo preliminar de la propuesta	Determinar el lugar en el que se produce este problema.	Visita al sector de trabajo o el lugar en el que se siembra el trigo de la variedad cojitambo.	Investigadora	Humanos y Económicos	\$ 300	1 mes
Implementación de la propuesta	Ejecutar la propuesta.	Analizar la técnica de almacenamiento tradicional y detectar los puntos críticos para sugerir técnicas apropiadas de almacenamiento	Investigadora	Humanos y Económicos	\$ 1000	3 meses
Evaluación de la propuesta	Establecer si no hay algún tipo de alteración del trigo nacional	Realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos.	Investigadora	Humanos y Económicos	\$ 600	2 meses

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Para el cumplimiento de la metodología es importante tomar en cuenta los siguientes equipos y materiales:

Tabla 5. Equipos y materiales para la realización de la propuesta

Equipos y Materiales	Descripción y análisis
-Balanza	Peso de trigo en grano
-Envases	Embalaje de muestras
-Estufa Germinator	Germinación
-Determinador de humedad	Humedad
-Estereoscopio	Grano deteriorado
-Mufla	Cenizas
-Digestor y equipo MICROKJELDAHL	Proteína
-Determinador de fibra	Fibra
-Determinador de grasa	Lípidos
-Autoclave	Recuento de microorganismos
-Cajas petri y reactivos	Análisis de muestras

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

6.8 Administración

A continuación se detalla la administración de la propuesta, para el desarrollo de la investigación.

Tabla 6. Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Composición físico-química sin ningún tipo de alteración, del trigo nacional.	Cierta alteración en su composición química (lípidos) como resultado de las condiciones inadecuadas de almacenamiento de post-cosecha del trigo.	Trigo sin ningún tipo de alteración en su composición físico-químico. Harina apta para panificación Productos panificables con propiedades sensoriales excelentes.	-Evaluación química y microbiológica de la harina. -Mejora de la harina con la adición de aditivos de panificación. -Caracterización del comportamiento reológico de masas. -Elaboración de pan. -Evaluación de los atributos organolépticos del producto.	Coordinador (Ing. Mario Álvarez) e Investigadora

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

6.9 Previsión de la evaluación

En la siguiente tabla, se muestra preguntas básicas que puede aplicarse, para realizar las modificaciones que la investigación requiera.

Tabla 7. Preguntas básicas para la previsión de la evaluación

Preguntas básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	-Productores o agricultores -Molineros del país - Panificadoras del país -Comunidad científica
¿Por qué evaluar?	Porque se requiere un trigo con características aptas para panificación.
¿Para qué evaluar?	Para evitar alteraciones de la composición química del trigo.
¿Qué evaluar?	Las técnicas de almacenamiento del trigo tradicional.
¿Quién evalúa?	El coordinador e investigador.
¿Cuándo evaluar?	En la época de cosecha del trigo.
¿Cómo evaluar?	Analizando la forma de almacenamiento tradicional y realizando análisis físicos, químicos y microbiológicos del trigo.
¿Con qué evaluar?	Bibliografía relacionada con el tema. Normas Codex Alimentarius.

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

1. BENNION E., 1969, “Fabricación de pan” 4^{ta} Edición, Editorial Acribia Zaragoza-España, Pp. 9-105.
2. BROOKFIELD CT3 TEXTURE ANALYZER Operating Instructions Manual No. M/08-371A0708.
3. CALAVERAS, J. 1996. “Tratado de Panificación y Bollería”. Madrid Vicente Ediciones. Primera edición. Madrid-España. Pp. 318-325.
4. CALLEJO, M., RUIZ ,V., 1999, “Efecto del contenido de gluten y tiempo de almacenamiento en la calidad de pan” Pp. 27-32.
5. CAUVAIN A., YOUNG L., 1998, “Fabricación de pan” Editorial Acribia S.A, Zaragoza-España,, Pp. 16
6. CLAIR, L. CHOPIN TECHNOLOGIES. 2009. “Mixolab: Manejo de análisis de resultados” Buenos Aires.
7. CHOPIN TECHNOLOGIES. 2008. “Mixolab: Modo de empleo” Villeneuve La Garenne cedex – Francia.
8. FINNEY K., 1985, “Experimental breadmaking studies, Functional properties and Related gluten protein fractions. Cereal Chemistry 30.

9. GRANOTEC Ecuador, 2007 “Granozyme GL 1” Hoja Técnica. Distribuidores de Aditivos para la Industria Molinera Guayaquil-Ecuador.
10. JIMÉNEZ G., 2007, “Comunicación personal Gerente de Producción”. Empresa Lucchetti Chile S.A., Santiago, Chile.
11. JIMÉNEZ R., 2009. “Estudio del efecto de las glucoxidasas en los parámetros farinográficos y panificables de las harinas panificables en la Industria MOLINOS MIRAFLORES” ,Pág: 10.
12. 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”, Pág: 12.
13. LASCANO, L. (2010), “Caracterización de las harinas de trigo nacional (Cojitambo), maíz (Iniap 122), cebada (Cañicapa), quinua, papa (Gabriela), destinadas a panificación mediante la determinación de las propiedades funcionales de sus almidones” Trabajo 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, Pág. 50.
14. NORDISK N., 1998. “Revista enzyme Business”.Pág: 43.
15. CODEX STANDARD 199-1995, “Norma del Codex para el trigo y el trigo duro”

16. PULLOQUINGA M., 2011 “Estudio del efecto de glucoxidasas y alfa-amilasas en la elaboración de pan con sustitución parcial de harina de papa (*Solanum tuberosum*) nacional”, Trabajo 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, Pág. 12.
17. RECALDE J., RODRÍGUEZ M., 2003, “Utilización de las enzimas alfa amilasas y xinalasas con ácido L- ascórbico como mejorantes de las cualidades panarias en la harina de trigo” Págs: 15-17.
18. SALTOS H., 2010, “Sensometría, Análisis en el desarrollo de alimentos procesados” Editorial Riobamba-Ecuador. Pp: 9-15.
19. SATIN, M. 1988, “Bread without wheat” Pág 56.
20. TOAQUIZA, A. 2011, “Evaluación del efecto de enzimas (gluco-oxidasas, hemicelulasas) y emulsificante (esteaoril lactilato de sodio) en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional (*Triticum vulgare*) variedad Cojitambo”, Trabajo 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, Pág. 20.
21. ULLOA C., CASTRO E., 2001, “Propiedades reológicas de suspensiones de gluten de trigo a distintos niveles de concentración y temperatura”. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile, Santiago de Chile.

22. ZURITA, L. 1975. "Estudio sobre las harinas de panificación". Trabajo 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, Pág. 60.

WEB-grafía

23. ÁREA AGRONOMÍA, 2003, "Guía de almacenamiento de granos secos en bolsas plásticas", disponible en: <http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/boletines/bole2002/bolt10403.htm>, obtenido el 4/10/2011.

24. BASTIDAS S., y DE LA CRUZ S., 2010, "Utilización de Harina de Camote (Ipomea Batatas) en la elaboración de Pan" Previo a la obtención del Título de Ingenieras de Alimentos.

25. BOLETÍN DE PRENSA N° 004 MAGAP, Inician Segundo Ciclo de Cultivo de Trigo , disponible en http://www.magap.gob.ec/mag01/index.php?option=com_content&view=article&id=356:inician-egundo-ciclo-de-cultivo-de-trigo&catid=56:com-boletines&Itemid=153, obtenido el 09/02/2011.

26. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo), 2010, "El resurgimiento del trigo en Ecuador" disponible en: <http://www.cimmyt.org/es/boletin/231-2010/872-ecuadors-wheat-wakening>, obtenido el 21/01/2011.

27. CLAUDE, W. 2011, "El rincón del molinero: Requisitos para la calidad total" disponible en: <http://www.trigopan.com.ar/TecdelTrigo/Pages/rinconmolino/calidadtotal.html> obtenido el 4/10/2011.

28. DEPÓSITO DE DOCUMENTOS DE LA FAO, 2005, "Manual de manejo de postcosecha de granos a nivel rural" disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S0d.htm>, obtenido el 4/10/2011.

29. EL CIUDADANO, MAGAP entrega semilla certificada de trigo, quinua y lenteja, disponible en http://www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=10370:magap-entrega-semilla-certificada-de-trigo-quinua-y-lenteja&catid=1:actualidad&Itemid=42ç, obtenida el 21/01/2011

30. EL HOY, Producción de trigo no cubre la demanda local, disponible en <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/produccion-de-trigo-nocubre-la-demanda-local-279914-279914.html>, obtenida el 11/01/2011.

31. EL UNIVERSO, Importancia del cultivo del trigo en Ecuador, disponible en <http://www.eluniverso.com/2008/05/08/0001/22/A6C5AA8ECBCC4A08937DB8A548983F00.html>, obtenida el 11/01/2011.

32. EVANS, K., El pan de cada día, disponible en <http://revista.consumer.es/web/es/20090501/actualidad/informe/1/74767.php>, obtenida el 11/01/2011.

33. FAO, 2008 Producción de cereales en América Latina, disponible en http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_nota=396918, obtenida el 12/01/2011.

34. FERRÉ y CONSULTING BLOG, 2009, “Usos de estearoil lactilato de sodio” disponible en <http://blog.ferreconsulting.com/tag/estearoil-lactilato-de-sodio/>, obtenida el 24/03/2011.

35. FOOD INFO, 2011, “Emulsificantes” disponible en <http://www.food-info.net/es/qa/qa-fi63.htm>, obtenida el 24/03/2011.
36. GAMBAROTTA, L., 2007, Caracterización de las fracciones de harina de trigo pan. Análisis de las propiedades físico-químicas y reológicas de las fracciones de harina de trigo pan obtenidas en el molino experimental BÜHLER MLU-202, disponible en http://www.ub.edu.ar/investigaciones/tesinas/119_gambarotta.pdf, obtenida el 09/02/2011.
37. GRUPO MOLINERO. 2005., Requisitos para la calidad total, disponible en [http://www.trigopan.com.ar/TecdelTrigo/Pages/rinconmolino/calidad total. html](http://www.trigopan.com.ar/TecdelTrigo/Pages/rinconmolino/calidad%20total.html), obtenido el 20/05/2011.
38. JOBET, C., 2005, Trigo - pan: Calidad fundamental en la cadena, disponible en <http://www.tattersall.cl/revista/Rev192/pan.htm>, obtenida el 09/02/11.
39. LAGOMERSINO, A., 2011, “Amilasas” disponible en <http://www.lagomarsino.com.ar/es/institucional/articulosector.php?ID=294>, obtenido el 19/09/2011.
40. LEZCANO, E., 2006, Trigo y sus derivados, disponible en http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_37/cadenas/Farinaceos_derivados_trigo.htm, obtenida el 12/01/2011
41. LORENZ, K., El trigo, disponible en <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>, obtenida el 11/01/2011.

42. MAGAP, 2008, Principales productos de importación, disponible en http://www.magap.gob.ec/sigagro/charts/comext_pp_importacion.htm, obtenido el 09/02/2011.
43. MIRANDA, R. 2004, Mejorantes panarios, disponible en <http://www.panaderia.com/articulos/view/mejorantes-panarios>.
44. MÜHLENCHÉMIE, 2003, disponible en: <http://www.muehlenchemie.de/espanol/know-how/glosario.html>
45. MUNSELL, A., ¡El trigo lo hará rico!: Los especuladores y la subida de precios, disponible en <http://www.biodiversidadla.org/content/view/full/58792>, obtenido el 11/01/11.
46. OTAMENDI, M. 2008, Demandas de calidad de trigo a nivel mundial, disponible en <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/trigo01.pdf>. obtenida el 21/01/2011
47. PANTANELLI, A., "Parámetros Industriales de la Calidad del Trigo", disponible en [www.roagro.com/.../Parámetros%20Calidad%20 del%20Trigo.Doc](http://www.roagro.com/.../Parámetros%20Calidad%20del%20Trigo.Doc), obtenido el 09/02/2011
48. PRODUCCIÓN DE TRIGO EN ARGENTINA, 2005, disponible en <http://www.made-in-argentina.com/alimentos/granos%20y%20oleaginosas/temas%20relacionados/produccion%20de%20trigo%20en%20argentina.htm>, obtenida el 09/02/2011.
49. PROYECTO SICA-BM/MAG-Ecuador. 2002. disponible en <http://www.sica.gov.ec>, 15/03/2011

50. RAMÍREZ, G., 2002, “Los cereales” disponible en: <http://www.elergonomista.com/alimentos/cereales.htm>, obtenido el 10/10/2011
51. SARMENTERO, O., 2005, Las enzimas para panificación, disponible en [http://www.quiminet.com/ar8/ar_advcbcBubcBu-las-enzimas-para-panificacion .htm](http://www.quiminet.com/ar8/ar_advcbcBubcBu-las-enzimas-para-panificacion.htm), obtenida el 21/01/2011
52. TEJERO, F., 2005, “Los enzimas en la panificación”, disponible en <http://www.franciscotejero.com/tecnica/mejorantes/las%20encimas.htm>, obtenida el 21/01/2011.

ANEXOS

Anexo 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ANÁLISIS SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DE PAN

Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Por favor, en el orden que se solicite deguste las muestras y marque con (X) a su parecer cada uno de los atributos aquí planteados según su apreciación personal.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS		
COLOR	1. Muy pálido	.....	.....	.....
	2. Pálido	.....	.....	.....
	3. Dorado	.....	.....	.....
	4. Dorado intenso	.....	.....	.....
	5. Dorado brillante	.....	.....	.....
APARIENCIA DE LA MIGA	1. Muy porosa	.....	.....	.....
	2. Porosa	.....	.....	.....
	3. Ni porosa ni compacta	.....	.....	.....
	4. Compacta	.....	.....	.....
	5. Muy compacta	.....	.....	.....
FRIABILIDAD	1. Muy desmenuzable	.....	.....	.....
	2. Desmenuzable	.....	.....	.....
	3. Apenas desmenuzable	.....	.....	.....
	4. Poco desmenuzable	.....	.....	.....
	5. Nada desmenuzable	.....	.....	.....
TEXTURA	1. Muy dura	.....	.....	.....
	2. Dura	.....	.....	.....
	3. Ni dura ni blanda	.....	.....	.....
	4. Blanda	.....	.....	.....
	5. Muy blanda	.....	.....	.....
SABOR	1. Desagrada mucho	.....	.....	.....
	2. Desagrada poco	.....	.....	.....
	3. Ni agrada ni desagrada	.....	.....	.....
	4. Agrada	.....	.....	.....
	5. Agrada mucho	.....	.....	.....

COMENTARIOS:.....

.....

Gracias por su colaboración.

Anexo 2

Porcentaje de mejoradores utilizados en harina de trigo nacional-cojitambo

Nº de tratamientos	Combinaciones	Porcentaje de mejoradores
0	a ₀ b ₀ c ₀	Trigo importado CWRS
1	a ₁ b ₁ c ₁	Trigo nacional sin mejoradores (blanco)
2	a ₁ b ₁ c ₂	Trigo nacional + 0 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
3	a ₁ b ₁ c ₃	Trigo nacional + 0 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
4	a ₁ b ₂ c ₁	Trigo nacional + 0 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
5	a ₁ b ₂ c ₂	Trigo nacional + 0 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
6	a ₁ b ₂ c ₃	Trigo nacional + 0 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
7	a ₁ b ₃ c ₁	Trigo nacional + 0 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
8	a ₁ b ₃ c ₂	Trigo nacional + 0 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
9	a ₁ b ₃ c ₃	Trigo nacional + 0 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
10	a ₂ b ₁ c ₁	Trigo nacional + 1 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
11	a ₂ b ₁ c ₂	Trigo nacional + 1 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
12	a ₂ b ₁ c ₃	Trigo nacional + 1 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
13	a ₂ b ₂ c ₁	Trigo nacional + 1 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
14	a ₂ b ₂ c ₂	Trigo nacional + 1 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
15	a ₂ b ₂ c ₃	Trigo nacional + 1 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
16	a ₂ b ₃ c ₁	Trigo nacional + 1 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
17	a ₂ b ₃ c ₂	Trigo nacional + 1 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
18	a ₂ b ₃ c ₃	Trigo nacional + 1 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
19	a ₃ b ₁ c ₁	Trigo nacional + 2 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
20	a ₃ b ₁ c ₂	Trigo nacional + 2 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio

Continúa...

Nº de tratamientos	Combinaciones	Porcentaje de mejoradores
21	a ₃ b ₁ c ₃	Trigo nacional + 1% gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
22	a ₃ b ₂ c ₁	Trigo nacional + 2 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
23	a ₃ b ₂ c ₂	Trigo nacional + 2 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
24	a ₃ b ₂ c ₃	Trigo nacional + 2 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
25	a ₃ b ₃ c ₁	Trigo nacional + 2 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
26	a ₃ b ₃ c ₂	Trigo nacional + 2 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
27	a ₃ b ₃ c ₃	Trigo nacional + 2 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
28	a ₄ b ₁ c ₁	Trigo nacional + 3 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
29	a ₄ b ₁ c ₂	Trigo nacional + 3 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
30	a ₄ b ₁ c ₃	Trigo nacional + 3 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
31	a ₄ b ₂ c ₁	Trigo nacional + 3 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
32	a ₄ b ₂ c ₂	Trigo nacional + 3 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
33	a ₄ b ₂ c ₃	Trigo nacional + 3 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
34	a ₄ b ₃ c ₁	Trigo nacional + 3 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
35	a ₄ b ₃ c ₂	Trigo nacional + 3 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
36	a ₄ b ₃ c ₃	Trigo nacional + 3 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
37	a ₅ b ₁ c ₁	Trigo nacional + 4 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
38	a ₅ b ₁ c ₂	Trigo nacional + 4 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
39	a ₅ b ₁ c ₃	Trigo nacional + 4 % gluten + 0 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
40	a ₅ b ₂ c ₁	Trigo nacional + 4 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
41	a ₅ b ₂ c ₂	Trigo nacional + 4 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
42	a ₅ b ₂ c ₃	Trigo nacional + 4 % gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio
43	a ₅ b ₃ c ₁	Trigo nacional + 4 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 0 ppm esteaoril lactilato de sodio
44	a ₅ b ₃ c ₂	Trigo nacional + 4 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm esteaoril lactilato de sodio
45	a ₅ b ₃ c ₃	Trigo nacional + 4 % gluten + 120 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm esteaoril lactilato de sodio

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011.

Anexo 3

Diagrama de bloques de la elaboración de pan



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

ANEXO A

RESULTADOS EXPERIMENTALES DE TODOS LOS TRATAMIENTOS

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Tabla A-1. Caracterización de masas en harina de trigo importado y en harina de trigo nacional – cojitambo. Promedios de dos replicaciones

Nº de tratamientos	Humedad (%)	Absorción de agua	Amasado	Fuerza de gluten	Viscosidad de gel de almidón	Resistencia de la amilasa	Retrogradación del almidón
0	12,577	8	5	3,5	4,5	7	6
1	13,246	7	2	3	2	1	2
2	13,221	6,5	2	3	2,5	1	2
3	13,093	6	2	3	2	1	2
4	13,161	6,5	2	3,5	2	1	2
5	13,116	6	2	3	1,5	1	2
6	13,262	6	2	3	2	1	2
7	13,133	6	2	3	2	1	2
8	13,136	6	2	3	2,5	1,5	1,5
9	13,083	6	2	3	2	1	2
10	13,120	6	2	3	2	1	2
11	13,273	6	2	3	2	1	2
12	13,174	6	2,5	3,5	2	1	2
13	12,949	6,5	2	3	2	1	2
14	13,100	6,5	2	3	2	1	2
15	12,974	6	2,5	3	3	1	2
16	13,100	6,5	2,5	3	2	1	2
17	12,962	6	3	4	2	1	2
18	12,874	6	2	3	2,5	1	2
19	12,925	6	2	2,5	2,5	1	2
20	12,942	6	3	2,5	2	1	2
21	13,029	6	2,5	2,5	2	1,5	2
22	13,258	7	2,5	4	2	1,5	1,5
23	12,350	5	2,5	3	2,5	1	2
24	13,258	6	3	2,5	2	1,5	2
25	13,229	6,5	3	3	2,5	2	2
26	13,128	6	2,5	3	2	1	2
27	13,000	6	2,5	3,5	3	1	2
28	13,116	7	3	3	2	1	2
29	13,062	6	3,5	3	1,5	1	2

Continúa...

Nº de tratamientos	Humedad (%)	Absorción de agua	Amasado	Fuerza de gluten	Viscosidad de gel de almidón	Resistencia de la amilasa	Retrogradación del almidón
30	13,189	7	3	2,5	3	1,5	2
31	13,258	7	3,5	3,5	2,5	2	2
32	12,976	6,5	3,5	2,5	2,5	1	2
33	13,167	6	4	3,5	2	2	2
34	13,116	6,5	3,5	3,5	3	1	2
35	13,042	7	4	3	3	2	2
36	13,058	7	4	3	3	1,5	2
37	12,945	6,5	4,5	3,5	2,5	1,5	2
38	13,145	7	5	3,5	2,5	1,5	2
39	12,958	7	4,5	3	3	1	2
40	13,200	7	4,5	3	3	2	2
41	13,172	7	4,5	3,5	3	2	2
42	12,925	7	4	4,5	2,5	1,5	2
43	13,008	7	5	3,5	2,5	1,5	3
44	12,991	7	4,5	5,5	2,5	1,5	2
45	12,845	7	5,5	3,5	3	2	2

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

0 = Trigo importado CWRS;

1= Trigo nacional sin la adición de mejoradores

2...45 = Trigo nacional con mejoradores

FARINOGRAFÍA

Tabla A-2. Farinografía en harina de trigo importado y en harina de trigo nacional – cojitambo. Promedio de dos replicaciones

Nº de tratamientos	Humedad (%)	Hidratación (%)	Tiempo de desarrollo (min.)	Estabilidad (min)	Debilitamiento (UF)
0	12,577	63,1	5	16,25	45
1	13,096	59	3,25	9,75	80
2	13,221	59,6	4,5	10,75	91,5
3	13,093	58,4	3,25	6,75	102
4	13,091	58,9	3,5	6,5	95,5
5	13,116	58	3,5	6,75	90
6	13,229	58,3	4,25	6	83,5
7	13,096	58,8	3,5	3,5	83
8	13,074	58,1	3,75	8,25	96
9	13,107	58,4	4	12	84,5
10	13,029	58,55	3	6,25	100
11	13,273	60,05	3,25	9,5	86
12	13,453	60,45	3,25	8,25	91
13	12,887	60,4	5	12,75	61
14	13,100	59,95	3,5	7,75	87
15	12,968	59,25	4,75	14,5	73,5
16	13,100	59,75	3,5	9,25	85,5
17	12,704	59,3	3,75	11,5	83,5
18	12,793	59,5	4,75	15	73
19	12,687	60	5	16	68,5
20	12,771	59,9	4,75	14,25	70,5
21	12,500	59,8	4,75	13,75	67,5
22	13,258	60,4	4	9,75	74
23	13,251	59,05	5	15,5	60,5
24	13,258	60,8	4,5	15,5	58
25	13,231	58,65	4,5	12	78
26	13,128	60,4	5,5	16,5	54
27	13,129	60,25	4,25	15,25	63,5
28	13,116	60,85	5,5	16,75	46,5
29	13,058	60,45	4,75	14,25	48
30	13,329	61,9	5,5	15,5	52,5
31	13,258	60,35	4,5	16	48
32	12,987	60,85	4,5	14,75	54,5
33	13,120	60,85	5,5	16,75	42,5
34	12,854	59,85	5	15	48,5

Continúa...

Nº de tratamientos	Humedad (%)	Hidratación (%)	Tiempo de desarrollo (min.)	Estabilidad (min)	Debilitamiento (UF)
35	12,924	60,7	4,5	15,5	51
36	13,024	61	4,75	15,75	47,5
37	12,906	60,9	5	16	47
38	12,929	60,8	5,5	17,5	33
39	12,958	60,25	6	17,75	23,5
40	13,078	60,75	4,5	15,75	39,5
41	12,994	60,2	4,5	17,5	35,5
42	13,041	60,75	4,5	17,5	34,5
43	12,976	60,35	4,75	16	42,5
44	12,958	60,75	4,25	15	43,5
45	12,976	61	5,25	16,25	33,5

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

0 = Trigo importado CWRS;

1= Trigo nacional sin la adición de mejoradores

2...45 = Trigo nacional con mejoradores

ANEXO B

RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Tabla B-1. Comparación de los índices entre los mejores tratamientos y el trigo importado o control. Promedios de dos replicaciones

Índices	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
Absorción de agua	7 ^b	7 ^b	8 ^a
Amasado	4,5 ^a	4 ^a	5 ^a
Fuerza de gluten	3,5 ^a	4,5 ^a	3,5 ^a
Viscosidad de gel de almidón	3 ^a	2,5 ^a	4,5 ^a
Resistencia de la amilasa	2 ^b	1,5 ^b	7 ^a
Retrogradación del almidón	2 ^a	2 ^a	6 ^b

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

FARINOGRAFÍA

Tabla B-2. Comparación de Farinografía de masas entre los mejores tratamientos y el trigo importado o control. Promedios de dos replicaciones

Parámetros	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
Hidratación (%)	60,2 ^b	60,75 ^b	63,1 ^a
Tiempo de desarrollo (min.)	4,5 ^a	4,5 ^a	5 ^a
Estabilidad de la masa (min.)	17,5 ^a	17,5 ^a	16,25 ^a
Debilitamiento de la masa (UF)	35,5 ^a	34,5 ^a	43 ^a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

T₄₁= Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+100ppm esteaoril lactilato de sodio; T₄₂=Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm esteaoril lactilato de sodio; T₀= Trigo importado CWRS

EVALUACIÓN SENSORIAL

Tabla B-3. Valoración organoléptica del color de corteza de pan, tratamiento 41, 42 y control (sobre 5 puntos). Promedios de dos replicaciones

Catadores	Color de la corteza		
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
1	3	2,5	4
2	3,5	4	4
3	3	2,5	3,5
4	4	3,5	4
5	3	3,5	2,5
6	3	3	3
7	3,5	3,5	2
8	2,5	2,5	3
9	4	3,5	3,5
10	3	3,5	2,5
11	3	3,5	2,5
12	2,5	1,5	3,5
13	3	2	2,5
14	3,5	2	3,5
15	3,5	2,5	3
16	3	3,5	2,5
17	4	3	3
18	3	2,5	4
19	3,5	3	3,5
20	3,5	3	3,5
21	2,5	2,5	3,5
22	2	3,5	4,5
23	3	3	2,5
24	3	4	2,5
25	3	3	3
26	2	4	3
27	3,5	3	4,5
28	2,5	3,5	2,5
29	3	3	2
30	2,5	3,5	3,5
Media	3,07^a	3,05^a	3,17^a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

Tabla B-4. Valoración organoléptica de la apariencia de la miga de pan, tratamiento 41, 42 y control (sobre 5 puntos). Promedios de dos replicaciones

Catadores	Apariencia de la miga		
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
1	2,5	2	1
2	3	3,5	3,5
3	3	3,5	2
4	1,5	4	2,5
5	3,5	4	3
6	3,5	4	2
7	3,5	3	3
8	2,5	3	3,5
9	3,5	3,5	2,5
10	2,5	2	3,5
11	3	3	2,5
12	2	3,5	2,5
13	3	3	4
14	2,5	3,5	2,5
15	1,5	2,5	1,5
16	1,5	2	2,5
17	3	2	4
18	1,5	2,5	2
19	3,5	3,5	3,5
20	4	4	3,5
21	2,5	3,5	3
22	2	4	2,5
23	3,5	3,5	3
24	3,5	3	3
25	3	3,5	2,5
26	2	3	3,5
27	2	1,5	3,5
28	2,5	2,5	3
29	2	3	3
30	2,5	1,5	3
Media	2,67^a	3,03^a	2,83^a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

Tabla B-5. Valoración organoléptica de friabilidad de pan, tratamiento 41, 42 y control (sobre 5 puntos). Promedios de dos replicaciones

Catadores	Friabilidad		
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
1	2,5	2	2
2	3	3,5	4
3	3	3,5	3
4	2,5	3	2
5	4	4	4
6	2,5	4	2
7	4,5	4	5
8	3	2	4
9	4,5	4,5	3,5
10	3,5	4,5	5
11	4	3	4
12	1,5	1,5	1
13	4	3,5	3,5
14	2	3	2
15	2	2	1
16	3	3,5	2
17	3	2,5	4
18	2,5	2,5	2
19	4,5	4	4,5
20	3	3,5	3
21	2	2	2
22	2,5	3	3,5
23	3	3	3
24	3	3	3
25	2	3	3
26	2,5	3	3
27	2,5	2	3,5
28	3	2,5	3,5
29	2	3	3
30	3	2,5	4
Media	2,93^a	3,03^a	3,10^a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

Tabla B-6. Valoración organoléptica de textura de pan, tratamiento 41, 42 y control (sobre 5 puntos). Promedios de dos replicaciones

Catadores	Textura		
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
1	4	4	3,5
2	3,5	3,5	4
3	3	2,5	3
4	3,5	3	4
5	3	3,5	3
6	3,5	3,5	2,5
7	4	3,5	2,5
8	3,5	3,5	3,5
9	3,5	3,5	3,5
10	3,5	3	2,5
11	3,5	2,5	3
12	3,5	4	3
13	3	3	4
14	3	3	3
15	2,5	2,5	2,5
16	2,5	2,5	3
17	3	3	4
18	3	3	2,5
19	2,5	3,5	3
20	4	3,5	3
21	4	4,5	4
22	2,5	3,5	3,5
23	3,5	3	4
24	3	3	3
25	3	3	4
26	3	3	3
27	2	3	4
28	3	2,5	3,5
29	3,5	3,5	3,5
30	3	2,5	3,5
Media	3,20^a	3,18^a	3,30^a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

Tabla B-7. Valoración organoléptica de sabor de pan, tratamiento 41, 42 y control (sobre 5 puntos). Promedios de dos replicaciones

Catadores	Sabor		
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
1	4	4	5
2	4	4	4,5
3	4	3,5	4
4	3,5	4,5	5
5	3	3	4
6	4	3	4
7	4,5	3	3,5
8	3	2	4
9	4,5	4	4,5
10	3,5	4	5
11	2,5	2,5	4
12	3	3	4,5
13	3	4	4
14	3,5	3,5	3,5
15	3,5	3	4,5
16	4,5	4	3,5
17	4	3,5	4
18	3	3,5	3
19	3,5	3,5	3,5
20	3	3	4
21	4	3	4
22	3,5	3,5	3,5
23	4	4,5	4,5
24	3,5	3	4
25	3	4	3,5
26	3	4	4
27	3	3,5	4
28	3	2,5	4
29	3,5	4	3,5
30	3,5	2	3
Media	3,52^b	3,42^b	4,00^a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

T₄₁= Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+100ppm esteaoril lactilato de sodio;
T₄₂=Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm esteaoril lactilato de sodio;
T₀= Trigo importado CWRS

CARACTERIZACIÓN DEL PAN

TablaB-8. Formulación de pan

Ingredientes	Formulación (%)
Harina	100
Manteca	20
Sal	2
Azúcar	10
Levadura	4
Agua	> 50

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

TablaB-9. Características físicas de pan. Promedios de diez replicaciones

Caracterización	Tratamientos		
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
Peso (g)	42,8 ^a	42,2 ^a	42,5 ^a
Diámetro (cm)	7,69 ^a	7,563 ^b	7,3 ^b
Altura (cm)	5,092 ^a	5,023 ^a	5,038 ^a
Volumen (cm³)	183,5 ^a	184 ^a	162,5 ^b

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

T₄₁= Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+100ppm estearoil lactilato de sodio;
 T₄₂=Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm estearoil lactilato de sodio;
 T₀= Trigo importado CWRs

TEXTURA

Tabla B-10. Dureza de pan. Promedios de dos replicaciones

Tiempo (días)	Dureza (g)		
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
1	407,0 ^a	458,5 ^a	424,5 ^a
2	555,5 ^b	600,5 ^b	538,5 ^b
3	756,5 ^c	802,0 ^c	630,5 ^c
4	972,5 ^d	947,0 ^d	852,5 ^d

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

Tabla B-11. Deformación según dureza de pan. Promedios de dos replicaciones

Tiempo (días)	Deformación según dureza (nm)		
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
1	9,865	9,860	9,860
2	9,865	9,860	9,865
3	9,870	9,855	9,860
4	9,850	9,845	9,855

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla B-12. Deformación recuperable de pan. Promedios de dos replicaciones

Tiempo (días)	Deformación recuperable (nm)		
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
1	3,765	3,250	2,945
2	3,940	3,845	5,165
3	3,970	3,855	6,190
4	2,935	3,445	5,980

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla B-13. Trabajo total de pan. Promedios de dos replicaciones

Tiempo (días)	Trabajo total (nm)		
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀
1	26,6 ^a	32,3 ^a	21,9 ^a
2	34,5 ^b	42,8 ^b	32,4 ^b
3	44,5 ^c	49,4 ^c	36,0 ^c
4	51,6 ^d	52,9 ^d	49,7 ^d

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

T₄₁= Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+100ppm estearil lactilato de sodio;
T₄₂=Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm estearil lactilato de sodio;
T₀= Trigo importado CWRS

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Producto terminado (PAN)

Materiales directos e indirectos

Descripción	Cantidad utilizada (Kg)	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
Harina de trigo nacional	100,000	0,5600	56,000
Manteca (20%)	20,000	2,0000	40,000
Sal (2%)	2,000	0,3250	0,650
Azúcar (10%)	10,000	1,0000	10,000
Levadura (4%)	4,000	3,5000	14,000
Agua (51%)	51,000	0,0001	0,005
Gluten vital (4%)	4,000	2,2500	9,000
Glucosa oxidasa (60ppm)	0,006	21,0000	0,126
Estearoil lactilato de sodio (150ppm)	0,015	4,5000	0,068
Fundas	220,000	0,0300	6,600
SUMAN			136,449

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Equipos y utensilios

Descripción	Costo (\$)	Vida Útil (años)	Costo Anual	Costo Día	Costo Hora	Horas de uso	Costo uso (\$)
Balanza analítica	300,000	5	60,000	0,250	0,031	0,30	0,009
Báscula	180,000	10	18,000	0,075	0,009	0,40	0,004
Amasadora (25kg)	5000,000	10	500,000	2,083	0,260	3,20	0,833
Cámara de fermentación	6200,000	10	620,000	2,583	0,323	4,00	1,292
Horno (18 bandejas)	6800,000	10	680,000	2,833	0,354	2,30	0,815
Mesa de acero inoxidable (1,4*0,55*0,9)	850,000	10	85,000	0,354	0,044	2,30	0,102
Utensilios varios	450,000	5	90,000	0,375	0,047	1,30	0,061
SUMAN							3,115

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Suministros

Servicio	Consumo	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Agua (m ³)	1	0,10	0,10
Luz eléctrica (kw-h)	10	0,39	3,86
Teléfono (min)	10	0,02	0,20
Gas (Kg)	7	0,15	1,05
SUMAN			5,210

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Mano de obra

Hombres	Sueldo	Días laborables	Horas laborables	Total (\$)
1	412,64	20	8	20,632
1	412,64	20	8	20,632
SUMAN				41,264

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Rol de pagos

Provisiones de ley	Valor (\$)
Sueldo básico unificado	292,00
Décimo Tercero	292,00
Décimo Cuarto	292,00
Vacaciones	146,00
Fondos de reserva	292,00
Aporte al IESS	390,70
Aporte al IECE	17,52
Aporte al SECAP	17,52
Total	1447,74
Sueldo mensual	412,64

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla B-14. Costos de producción de pan de trigo nacional con mejoradores

Descripción	Costo
Materiales directos e indirectos	136,449
Equipos y utensillos	3,115
Suministros	5,210
Mano de obra	41,264
SUMAN	186,038
Costo unitario de pan de 60g	0,068
Utilidad unitaria al 20%	0,014
Precio de venta	0,082

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla B-15. Verificación de hipótesis

	Trigo nacional		Trigo importado	Probabilidad	Decisión
	T ₄₁	T ₄₂	T ₀		
	Promedios				
MIXOLAB PROFILER					
Índice de absorción de agua	7 ^b	7 ^b	8 ^a	0,0000	Rechazo
Índice de amasado	4,5 ^a	4 ^a	5 ^a	0,7401	Acepto
Índice de fuerza de gluten	3,5 ^a	4,5 ^a	3,5 ^a	0,3852	Acepto
Índice de viscosidad de gel de almidón	3 ^a	2,5 ^a	4,5 ^a	0,0812	Acepto
Índice de resistencia de la amilasa	2 ^b	1,5 ^b	7 ^a	0,0015	Rechazo
Índice de retrogradación del almidón	2 ^a	2 ^a	6 ^b	0,0000	Rechazo
FARINOGRAFÍA					
Hidratación (%)	60,2 ^b	60,75 ^b	63,1 ^a	0,0026	Rechazo
Tiempo de desarrollo (min.)	4,5 ^a	4,5 ^a	5,0 ^a	0,4648	Acepto
Estabilidad de la masa (min.)	17,5 ^a	17,5 ^a	16,25 ^a	0,5725	Acepto
Debilitamiento de la masa (UF)	35,5 ^a	34,5 ^a	43,0 ^a	0,3237	Acepto
EVALUACIÓN SENSORIAL					
Color de la corteza	3,07 ^a	3,05 ^a	3,17 ^a	0,7287	Acepto
Apariencia de la miga	2,67 ^a	3,03 ^a	2,83 ^a	0,1527	Acepto
Friabilidad	2,93 ^a	3,03 ^a	3,10 ^a	0,7670	Acepto
Textura	3,20 ^a	3,18 ^a	3,30 ^a	0,6360	Acepto
Sabor	3,52 ^b	3,42 ^b	4,00 ^a	0,0003	Rechazo

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

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

ANEXO C

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

FASE 1. TODOS LOS

TRATAMIENTOS

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Tabla C-1. Análisis de Varianza. Índice de Absorción de agua a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	10,2889	4	2,57222	25,21*	0,0000
B:Glucosa oxidasa	0,0222222	2	0,0111111	0,11	0,8971
C:Estearoil lactil	1,62222	2	0,811111	7,95*	0,0011
D:Replicas	0,0111111	1	0,0111111	0,11	0,7430
INTERACTIONS					
AB	1,64444	8	0,205556	2,01	0,0668
AC	2,04444	8	0,255556	2,50 *	0,0246
BC	1,04444	4	0,261111	2,56	0,0517
ABC	4,62222	16	0,288889	2,83	0,0032
RESIDUAL	4,48889	44	0,10202		
TOTAL (CORRECTED)	25,7889	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de comparación de promedios de la interacción AC de Tukey. Índice de absorción de agua

	a₃C₂	a₁C₃	a₂C₃	a₃C₃	a₁C₂	a₂C₂	a₂C₁	a₁C₁	a₃C₁	a₄C₂	a₄C₃	a₄C₁	a₅C₁	a₅C₂	a₅C₃	DMS_{Tukey}
	5,67	6,00	6,00	6,00	6,17	6,17	6,33	6,50	6,50	6,50	6,67	6,83	6,83	7,00	7,00	y
a₃C₂	5,67	0,00	0,33	0,33	0,33	0,50	0,50	0,67	0,83	0,83	0,83	1,00	1,17	1,17	1,33	1,33
a₁C₃	6,00		0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,33	0,50	0,50	0,50	0,67	0,83	0,83	1,00	1,00
a₂C₃	6,00			0,00	0,00	0,17	0,17	0,33	0,50	0,50	0,50	0,67	0,83	0,83	1,00	1,00
a₃C₃	6,00				0,00	0,17	0,17	0,33	0,50	0,50	0,50	0,67	0,83	0,83	1,00	1,00
a₁C₂	6,17					0,00	0,00	0,17	0,33	0,33	0,33	0,50	0,67	0,67	0,83	0,83
a₂C₂	6,17						0,00	0,17	0,33	0,33	0,33	0,50	0,67	0,67	0,83	0,83
a₂C₁	6,33							0,00	0,17	0,17	0,17	0,33	0,50	0,50	0,67	0,67
a₁C₁	6,50								0,00	0,00	0,00	0,17	0,33	0,33	0,50	0,50
a₃C₁	6,50									0,00	0,00	0,17	0,33	0,33	0,50	0,50
a₄C₂	6,50										0,00	0,17	0,33	0,33	0,50	0,50
a₄C₃	6,67											0,00	0,17	0,17	0,33	0,33
a₄C₁	6,83												0,00	0,00	0,17	0,17
a₅C₁	6,83													0,00	0,17	0,17
a₅C₂	7,00														0,00	0,00
a₅C₃	7,00															0,00

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de diferenciación múltiple de Tukey. Índice de absorción de agua

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
23	2	5,0	b
5	2	6,0	ba
10	2	6,0	ba
18	2	6,0	ba
6	2	6,0	ba
20	2	6,0	ba
26	2	6,0	ba
7	2	6,0	ba
11	2	6,0	ba
9	2	6,0	ba
19	2	6,0	ba
12	2	6,0	ba
24	2	6,0	ba
8	2	6,0	ba
15	2	6,0	ba
3	2	6,0	ba
21	2	6,0	ba
17	2	6,0	ba
29	2	6,0	ba
27	2	6,0	ba
33	2	6,0	ba
14	2	6,5	a
13	2	6,5	a
25	2	6,5	a
2	2	6,5	a
37	2	6,5	a
34	2	6,5	a
32	2	6,5	a
16	2	6,5	a
4	2	6,5	a
31	2	7,0	a
30	2	7,0	a
28	2	7,0	a
44	2	7,0	a
22	2	7,0	a
42	2	7,0	a
41	2	7,0	a
40	2	7,0	a
39	2	7,0	a
38	2	7,0	a
36	2	7,0	a
43	2	7,0	a
35	2	7,0	a
45	2	7,0	a
1	2	7,0	a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla C-2 Análisis de Varianza. Índice de Amasado a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	85,6222	4	21,4056	85,97*	0,0000
B:Glucosa oxidasa	1,48889	2	0,744444	2,99	0,0606
C:Esteaoril lactil	0,355556	2	0,177778	0,71	0,4953
D:Replicas	0,0444444	1	0,0444444	0,18	0,6747
INTERACTIONS					
AB	1,84444	8	0,230556	0,93	0,5048
AC	0,311111	8	0,0388889	0,16	0,9954
BC	0,711111	4	0,177778	0,71	0,5868
ABC	4,62222	16	0,288889	1,16	0,3353
RESIDUAL	10,9556	44	0,24899		
TOTAL (CORRECTED)	105,956	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla C-3. Análisis de Varianza. Índice de fuerza de Gluten a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	6,84444	4	1,71111	8,01 *	0,0001
B:Glucosa oxidasa	2,48889	2	1,24444	5,83 *	0,0057
C:Esteaoril lactil	0,155556	2	0,0777778	0,36	0,6969
D:Replicas	0,1	1	0,1	0,47	0,4975
INTERACTIONS					
AB	2,28889	8	0,286111	1,34	0,2500
AC	3,62222	8	0,452778	2,12	0,0540
BC	2,44444	4	0,611111	2,86 *	0,0343
ABC	8,44444	16	0,527778	2,47	0,0091
RESIDUAL	9,4	44	0,213636		
TOTAL (CORRECTED)	35,7889	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de comparación de promedios de la interacción BC de Tukey. Fuerza de gluten

		b₁c₃	b₁c₁	b₁c₂	b₂c₂	b₃c₁	b₃c₃	b₂c₃	b₂c₁	b₃c₂	DMS_{Tukey}
		2,90	3,00	3,00	3,00	3,20	3,20	3,30	3,40	3,70	
b₁c₃	2,90	0,00	0,10	0,10	0,10	0,30	0,30	0,40	0,50	0,80	0,71
b₁c₁	3,00		0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,30	0,40	0,70	
b₁c₂	3,00			0,00	0,00	0,20	0,20	0,30	0,40	0,70	
b₂c₂	3,00				0,00	0,20	0,20	0,30	0,40	0,70	
b₃c₁	3,20					0,00	0,00	0,10	0,20	0,50	
b₃c₃	3,20						0,00	0,10	0,20	0,50	
b₂c₃	3,30							0,00	0,10	0,40	
b₂c₁	3,40								0,00	0,30	
b₃c₂	3,70									0,00	

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de diferenciación múltiple de Tukey. Índice de fuerza de gluten

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups

20	2	2,5	c
30	2	2,5	c
24	2	2,5	c
19	2	2,5	c
21	2	2,5	c
32	2	2,5	cb
13	2	3,0	cb
11	2	3,0	cb
18	2	3,0	cb
10	2	3,0	cb
9	2	3,0	cb
5	2	3,0	cb
28	2	3,0	cb
6	2	3,0	cb
3	2	3,0	cb
40	2	3,0	cb
26	2	3,0	cb
2	2	3,0	cb
7	2	3,0	cb
39	2	3,0	cb
36	2	3,0	cb
35	2	3,0	cb
8	2	3,0	cb
16	2	3,0	cb
15	2	3,0	cb
29	2	3,0	cb
14	2	3,0	cb
25	2	3,0	cb
23	2	3,0	cb
1	2	3,0	cb
31	2	3,5	cb
12	2	3,5	cb
45	2	3,5	cb
43	2	3,5	cb
41	2	3,5	cb
37	2	3,5	cb
34	2	3,5	cb
33	2	3,5	cb
27	2	3,5	cb
38	2	3,5	cb
4	2	3,5	cb
22	2	4,0	cba
17	2	4,0	cba
42	2	4,5	ba
44	2	5,5	a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla C-4. Análisis de Varianza. Índice de Viscosidad de gel de almidón a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	5,15556	4	1,28889	4,94 *	0,0022
B:Glucosa oxidasa	1,15556	2	0,577778	2,21	0,1214
C:Esteaoril lactil	0,688889	2	0,344444	1,32	0,2777
D:Replicas	0,0111111	1	0,0111111	0,04	0,8375
INTERACTIONS					
AB	2,51111	8	0,313889	1,20	0,3200
AC	0,977778	8	0,122222	0,47	0,8719
BC	0,377778	4	0,0944444	0,36	0,8345
ABC	5,95556	16	0,372222	1,43	0,1743
RESIDUAL	11,4889	44	0,261111		
TOTAL (CORRECTED)	28,3222	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla C-5. Análisis de Varianza. Índice de Resistencia de la amilasa a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	4,77778	4	1,19444	9,57 *	0,0000
B:Glucosa oxidasa	0,955556	2	0,477778	3,83 *	0,0293
C:Esteaoril lactil	0,0888889	2	0,0444444	0,36	0,7023
D:Replicas	0,0111111	1	0,0111111	0,09	0,7668
INTERACTIONS					
AB	0,822222	8	0,102778	0,82	0,5861
AC	1,35556	8	0,169444	1,36	0,2413
BC	0,511111	4	0,127778	1,02	0,4053
ABC	4,04444	16	0,252778	2,03	0,0328
RESIDUAL	5,48889	44	0,124747		
TOTAL (CORRECTED)	18,0556	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla C-6. Análisis de Varianza. Índice de Retrogradación del almidón a 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	0,333333	4	0,0833333	3,67 *	0,0116
B:Glucosa oxidasa	0,0666667	2	0,0333333	1,47	0,2418
C:Esteaoril lactil	0,0666667	2	0,0333333	1,47	0,2418
D:Replicas	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
INTERACTIONS					
AB	0,6	8	0,075	3,30 *	0,0049
AC	0,6	8	0,075	3,30 *	0,0049
BC	0,466667	4	0,116667	5,13	0,0018
ABC	0,866667	16	0,0541667	2,38	0,0117
RESIDUAL	1,0	44	0,0227273		
TOTAL (CORRECTED)	4,0	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de comparación de promedios de la interacción AB de Tukey. Índice de retrogradación de almidón

		a₁b₃	a₃b₂	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₁	a₂b₂	a₂b₃	a₃b₁	a₃b₃	a₄b₁	a₄b₂	a₄b₃	a₅b₁	a₅b₂	a₅b₃	DMS_{Tukey}
		1,83	1,83	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,33	
a₁b₃	1,83	0,00	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,50	0,20
a₃b₂	1,83		0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,50	
a₁b₁	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₁b₂	2,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₂b₁	2,00					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₂b₂	2,00						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₂b₃	2,00							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₃b₁	2,00								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₃b₃	2,00									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₄b₁	2,00										0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₄b₂	2,00											0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₄b₃	2,00												0,00	0,00	0,00	0,33	
a₅b₁	2,00													0,00	0,00	0,33	
a₅b₂	2,00														0,00	0,33	
a₅b₃	2,33															0,00	

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de comparación de promedios de la interacción AC de Tukey. Índice de retrogradación de almidón

		a₁C₂	a₃C₁	a₁C₁	a₁C₃	a₂C₁	a₂C₂	a₂C₃	a₃C₂	a₃C₃	a₄C₁	a₄C₂	a₄C₃	a₅C₂	a₅C₃	a₅C₁	DMS_{Tukey}
		1,83	1,83	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,33	y
a₁C₂	1,83	0,00	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,50	0,20
a₃C₁	1,83		0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,50	
a₁C₁	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₁C₃	2,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₂C₁	2,00					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₂C₂	2,00						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₂C₃	2,00							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₃C₂	2,00								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₃C₃	2,00									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₄C₁	2,00										0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₄C₂	2,00											0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	
a₄C₃	2,00												0,00	0,00	0,00	0,33	
a₅C₂	2,00													0,00	0,00	0,33	
a₅C₃	2,00														0,00	0,33	
a₅C₁	2,33															0,00	

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de diferenciación múltiple de Tukey. Índice de retrogradación de almidón

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups

8	2	1,5	a
22	2	1,5	a
1	2	2,0	a
3	2	2,0	a
6	2	2,0	a
7	2	2,0	a
2	2	2,0	a
9	2	2,0	a
5	2	2,0	a
11	2	2,0	a
12	2	2,0	a
13	2	2,0	a
14	2	2,0	a
15	2	2,0	a
17	2	2,0	a
33	2	2,0	a
18	2	2,0	a
19	2	2,0	a
20	2	2,0	a
10	2	2,0	a
44	2	2,0	a
23	2	2,0	a
24	2	2,0	a
25	2	2,0	a
26	2	2,0	a
27	2	2,0	a
28	2	2,0	a
29	2	2,0	a
30	2	2,0	a
31	2	2,0	a
32	2	2,0	a
16	2	2,0	a
34	2	2,0	a
35	2	2,0	a
36	2	2,0	a
37	2	2,0	a
38	2	2,0	a
39	2	2,0	a
40	2	2,0	a
41	2	2,0	a
42	2	2,0	a
21	2	2,0	a
4	2	2,0	a
45	2	2,0	a
43	2	3,0	b

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

FARINOGRAFÍA

Tabla C-7. Análisis de Varianza. Hidratación a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	53,6678	4	13,4169	94,13 *	0,0000
B:Glucosa oxidasa	1,12089	2	0,560444	3,93 *	0,0268
C:Estearoil lactil	0,878222	2	0,439111	3,08	0,0560
D:Replicas	0,0284444	1	0,0284444	0,20	0,6573
INTERACTIONS					
AB	1,92356	8	0,240444	1,69	0,1286
AC	3,89956	8	0,487444	3,42 *	0,0039
BC	2,88044	4	0,720111	5,05 *	0,0019
ABC	13,1651	16	0,822819	5,77	0,0000
RESIDUAL	6,27156	44	0,142535		
TOTAL (CORRECTED)	83,8356	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de comparación de promedios de la interacción BC de Tukey. Hidratación

	b₃c₁	b₂c₂	b₃c₂	b₁c₁	b₂c₃	b₃c₃	b₂c₁	b₁c₂	b₁c₃	DMS_{Tukey}
	59,48	59,61	59,85	59,86	59,99	60,03	60,16	60,16	60,16	
b₃c₁	59,48	0	0,13	0,37	0,38	0,51	0,55	0,68	0,68	0,68
b₂c₂	59,61	59,61	0	0,24	0,25	0,38	0,42	0,55	0,55	0,55
b₃c₂	59,85	59,85	59,85	0	0,01	0,14	0,18	0,31	0,31	0,31
b₁c₁	59,86	59,86	59,86	59,86	0	0,13	0,17	0,3	0,3	0,3
b₂c₃	59,99	59,99	59,99	59,99	59,99	0	0,04	0,17	0,17	0,17
b₃c₃	60,03	60,03	60,03	60,03	60,03	60,03	0	0,13	0,13	0,13
b₂c₁	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	0	0	0
b₁c₂	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	0	0
b₁c₃	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	60,16	0

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de comparación de promedios de la interacción AC de Tukey. Hidratación

		a₁C₃	a₁C₂	a₁C₁	a₂C₁	a₃C₁	a₂C₃	a₂C₂	a₃C₂	a₃C₃	a₄C₁	a₅C₂	a₄C₂	a₅C₁	a₅C₃	a₄C₃	DMS_{Tukey}
		58,37	58,57	58,90	59,57	59,68	59,73	59,77	59,78	60,28	60,35	60,58	60,67	60,67	60,67	61,25	y
a₁C₃	58,37	0,00	0,20	0,53	1,20	1,32	1,37	1,40	1,42	1,92	1,98	2,22	2,30	2,30	2,30	2,88	0,50
a₁C₂	58,57		0,00	0,33	1,00	1,12	1,17	1,20	1,22	1,72	1,78	2,02	2,10	2,10	2,10	2,68	
a₁C₁	58,90			0,00	0,67	0,78	0,83	0,87	0,88	1,38	1,45	1,68	1,77	1,77	1,77	2,35	
a₂C₁	59,57				0,00	0,12	0,17	0,20	0,22	0,72	0,78	1,02	1,10	1,10	1,10	1,68	
a₃C₁	59,68					0,00	0,05	0,08	0,10	0,60	0,67	0,90	0,98	0,98	0,98	1,57	
a₂C₃	59,73						0,00	0,03	0,05	0,55	0,62	0,85	0,93	0,93	0,93	1,52	
a₂C₂	59,77							0,00	0,02	0,52	0,58	0,82	0,90	0,90	0,90	1,48	
a₃C₂	59,78								0,00	0,50	0,57	0,80	0,88	0,88	0,88	1,47	
a₃C₃	60,28									0,00	0,07	0,30	0,38	0,38	0,38	0,97	
a₄C₁	60,35										0,00	0,23	0,32	0,32	0,32	0,90	
a₅C₂	60,58											0,00	0,08	0,08	0,08	0,67	
a₄C₂	60,67												0,00	0,00	0,00	0,58	
a₅C₁	60,67													0,00	0,00	0,58	
a₅C₃	60,67														0,00	0,58	
a₄C₃	61,25															0,00	

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de diferenciación múltiple de Tukey. Hidratación

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
5	2	58,0	l
8	2	58,1	lk
6	2	58,3	lkj
9	2	58,4	lkji
3	2	58,4	lkji
10	2	58,55	lkjih
25	2	58,65	lkjing
7	2	58,8	lkjihgf
4	2	58,9	lkjihgfe
1	2	59,0	lkjihgfe
23	2	59,05	lkjihgfe
15	2	59,25	lkjihgfed
17	2	59,3	lkjihgfedc
18	2	59,5	lkjihgfedcb
2	2	59,6	kjihgfedcb
16	2	59,75	jihgfedcb
21	2	59,8	jihgfedcb
34	2	59,85	jihgfedcb
20	2	59,9	ihgfedcb
14	2	59,95	ihgfedcb
19	2	60,0	hgfedcb
11	2	60,05	hgfedcb
41	2	60,2	gfedcb
27	2	60,25	fedcb
39	2	60,25	fedcb
31	2	60,35	fedcba
43	2	60,35	fedcba
26	2	60,4	edcba
13	2	60,4	edcba
22	2	60,4	edcba
29	2	60,45	edcba
12	2	60,45	edcba
35	2	60,7	dcba
44	2	60,75	dcba
42	2	60,75	dcba
40	2	60,75	dcba
24	2	60,8	dcba
38	2	60,8	dcba
28	2	60,85	cba
33	2	60,85	cba
32	2	60,85	cba
37	2	60,9	ba
45	2	61,0	ba
36	2	61,0	ba
30	2	61,9	a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla C-8. Análisis de Varianza. Tiempo de desarrollo a un 5 % de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	25,1278	4	6,28194	13,94 *	0,0000
B:Glucosa oxidasa	0,138889	2	0,0694444	0,15	0,8576
C:Esteaoril lactil	1,67222	2	0,836111	1,86	0,1683
D:Replicas	0,802778	1	0,802778	1,78	0,1888
INTERACTIONS					
AB	9,22222	8	1,15278	2,56 *	0,0220
AC	4,60556	8	0,575694	1,28	0,2796
BC	0,644444	4	0,161111	0,36	0,8373
ABC	7,74444	16	0,484028	1,07	0,4060
RESIDUAL	19,8222	44	0,450505		
TOTAL (CORRECTED)	69,7806	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de comparación de promedios de la interacción AB de Tukey. Tiempo de desarrollo

	a₂b₁	a₁b₁	a₁b₂	a₁b₃	a₂b₃	a₂b₂	a₃b₂	a₅b₂	a₃b₃	a₄b₃	a₅b₃	a₃b₁	a₄b₂	a₄b₁	a₅b₁	DMS_{Tukey}	
	3,17	3,67	3,75	3,75	4,00	4,42	4,50	4,50	4,75	4,75	4,75	4,83	4,83	5,25	5,50	y	
a₂b₁	3,17	0,00	0,50	0,58	0,58	0,83	1,25	1,33	1,33	1,58	1,58	1,58	1,67	1,67	2,08	2,33	0,88
a₁b₁	3,67		0,00	0,08	0,08	0,33	0,75	0,83	0,83	1,08	1,08	1,08	1,17	1,17	1,58	1,83	
a₁b₂	3,75			0,00	0,00	0,25	0,67	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00	1,08	1,08	1,50	1,75	
a₁b₃	3,75				0,00	0,25	0,67	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00	1,08	1,08	1,50	1,75	
a₂b₃	4,00					0,00	0,42	0,50	0,50	0,75	0,75	0,75	0,83	0,83	1,25	1,50	
a₂b₂	4,42						0,00	0,08	0,08	0,33	0,33	0,33	0,42	0,42	0,83	1,08	
a₃b₂	4,50							0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,33	0,33	0,75	1,00	
a₅b₂	4,50								0,00	0,25	0,25	0,25	0,33	0,33	0,75	1,00	
a₃b₃	4,75									0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,50	0,75	
a₄b₃	4,75										0,00	0,00	0,08	0,08	0,50	0,75	
a₅b₃	4,75											0,00	0,08	0,08	0,50	0,75	
a₃b₁	4,83												0,00	0,00	0,42	0,67	
a₄b₂	4,83													0,00	0,42	0,67	
a₄b₁	5,25														0,00	0,25	
a₅b₁	5,50															0,00	

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de diferenciación múltiple de Tukey. Tiempo de desarrollo

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
10	2	3,0	b
1	2	3,25	ba
11	2	3,25	ba
12	2	3,25	ba
3	2	3,25	ba
16	2	3,5	ba
14	2	3,5	ba
5	2	3,5	ba
4	2	3,5	ba
7	2	3,5	ba
17	2	3,75	ba
8	2	3,75	ba
9	2	4,0	ba
22	2	4,0	ba
6	2	4,25	ba
44	2	4,25	ba
27	2	4,25	ba
2	2	4,5	ba
24	2	4,5	ba
41	2	4,5	ba
40	2	4,5	ba
31	2	4,5	ba
42	2	4,5	ba
25	2	4,5	ba
35	2	4,5	ba
32	2	4,5	ba
15	2	4,75	ba
43	2	4,75	ba
29	2	4,75	ba
21	2	4,75	ba
20	2	4,75	ba
18	2	4,75	ba
36	2	4,75	ba
13	2	5,0	ba
23	2	5,0	ba
37	2	5,0	ba
34	2	5,0	ba
19	2	5,0	ba
45	2	5,25	ba
30	2	5,5	ba
28	2	5,5	ba
26	2	5,5	ba
38	2	5,5	ba
33	2	5,5	ba
39	2	6,0	a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla C-9. Análisis de Varianza. Estabilidad de la masa a un 5 % de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	976,156	4	244,039	68,02 *	0,0000
B:Glucosa oxidasa	1,17222	2	0,586111	0,16	0,8498
C:Estearil lactil	42,6722	2	21,3361	5,95 *	0,0052
D:Replicas	6,4	1	6,4	1,78	0,1885
INTERACTIONS					
AB	89,2444	8	11,1556	3,11 *	0,0072
AC	45,9111	8	5,73889	1,60	0,1526
BC	51,1778	4	12,7944	3,57 *	0,0132
ABC	135,739	16	8,48368	2,36	0,0123
RESIDUAL	157,85	44	3,5875		
TOTAL (CORRECTED)	1506,32	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de comparación de promedios de la interacción BC de Tukey. Estabilidad de la masa

	b₃C₁	b₂C₁	b₁C₃	b₂C₂	b₁C₁	b₁C₂	b₃C₂	b₂C₃	b₃C₃	DMS_{Tukey}
	11,15	12,15	12,4	12,45	12,95	13,25	13,35	14,05	14,85	
b₃C₁	11,15	0	1,25	1,3	1,8	2,1	2,2	2,9	3,7	
b₂C₁	12,15	0	0,25	0,3	0,8	1,1	1,2	1,9	2,7	
b₁C₃	12,4		0	0,05	0,55	0,85	0,95	1,65	2,45	
b₂C₂	12,45			0	0,5	0,8	0,9	1,6	2,4	
b₁C₁	12,95				0	0,3	0,4	1,1	1,9	2,91
b₁C₂	13,25					0	0,1	0,8	1,6	
b₃C₂	13,35						0	0,7	1,5	
b₂C₃	14,05							0	0,8	
b₃C₃	14,85								0	

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de comparación de promedios de la interacción AB de Tukey. Estabilidad de la masa

	a₁b₂	a₁b₃	a₂b₁	a₁b₁	a₂b₂	a₂b₃	a₃b₂	a₃b₃	a₃b₁	a₄b₃	a₄b₁	a₅b₃	a₄b₂	a₅b₂	a₅b₁	DMS_{Tukey}
	6,42	7,92	8,00	9,08	11,67	11,92	13,58	14,58	14,67	15,42	15,50	15,75	15,83	16,92	17,08	
a₁b₂	6,42	0,00	1,50	1,58	2,67	5,25	5,50	7,17	8,17	8,25	9,00	9,08	9,33	9,42	10,50	10,67
a₁b₃	7,92		0,00	0,08	1,17	3,75	4,00	5,67	6,67	6,75	7,50	7,58	7,83	7,92	9,00	9,17
a₂b₁	8,00			0,00	1,08	3,67	3,92	5,58	6,58	6,67	7,42	7,50	7,75	7,83	8,92	9,08
a₁b₁	9,08				0,00	2,58	2,83	4,50	5,50	5,58	6,33	6,42	6,67	6,75	7,83	8,00
a₂b₂	11,67					0,00	0,25	1,92	2,92	3,00	3,75	3,83	4,08	4,17	5,25	5,42
a₂b₃	11,92						0,00	1,67	2,67	2,75	3,50	3,58	3,83	3,92	5,00	5,17
a₃b₂	13,58							0,00	1,00	1,08	1,83	1,92	2,17	2,25	3,33	3,50
a₃b₃	14,58								0,00	0,08	0,83	0,92	1,17	1,25	2,33	2,50
a₃b₁	14,67									0,00	0,75	0,83	1,08	1,17	2,25	2,42
a₄b₃	15,42										0,00	0,08	0,33	0,42	1,50	1,67
a₄b₁	15,50											0,00	0,25	0,33	1,42	1,58
a₅b₃	15,75												0,00	0,08	1,17	1,33
a₄b₂	15,83													0,00	1,08	1,25
a₅b₂	16,92														0,00	0,17
a₅b₁	17,08															0,00

2,49

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de diferenciación múltiple de Tukey. Estabilidad de la masa

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
7	2	3,5	j
6	2	6,0	ji
10	2	6,25	jih
4	2	6,5	jihg
5	2	6,75	jihgf
3	2	6,75	jihgf
14	2	7,75	jihgfe
8	2	8,25	jihgfed
12	2	8,25	jihgfed
16	2	9,25	jihgfedc
11	2	9,5	jihgfedcb
1	2	9,75	jihgfedcba
22	2	9,75	jihgfedcba
2	2	10,75	jihgfedcba
17	2	11,5	jihgfedcba
25	2	12,0	ihgfedcba
9	2	12,0	ihgfedcba
13	2	12,75	ihgfedcba
21	2	13,75	ihgfedcba
20	2	14,25	hgfedcba
29	2	14,25	hgfedcba
15	2	14,5	gfedcba
32	2	14,75	fedcba
18	2	15,0	edcba
34	2	15,0	edcba
44	2	15,0	edcba
27	2	15,25	edcba
30	2	15,5	edcba
24	2	15,5	edcba
23	2	15,5	edcba
35	2	15,5	edcba
40	2	15,75	edcba
36	2	15,75	edcba
37	2	16,0	dcba
43	2	16,0	dcba
31	2	16,0	dcba
19	2	16,0	dcba
45	2	16,25	dcba
26	2	16,5	cba
28	2	16,75	cba
33	2	16,75	cba
41	2	17,5	ba
42	2	17,5	ba
38	2	17,5	ba
39	2	17,75	a

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla C-10. Análisis de Varianza. Debilitamiento de la masa a un 5 % de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Gluten	35145,0	4	8786,25	132,45 *	0,0000
B:Glucosa oxidasa	328,889	2	164,444	2,48	0,0955
C:Esteaoril lactil	336,622	2	168,311	2,54	0,0906
D:Replicas	13,6111	1	13,6111	0,21	0,6528
INTERACTIONS					
AB	916,0	8	114,5	1,73	0,1191
AC	931,6	8	116,45	1,76	0,1124
BC	237,844	4	59,4611	0,90	0,4743
ABC	2177,6	16	136,1	2,05	0,0305
RESIDUAL	2918,89	44	66,3384		
TOTAL (CORRECTED)	43006,1	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

ANEXO D

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

FASE 2. MEJORES

TRATAMIENTOS CON

TRATAMIENTO

CONTROL

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Tabla D-1. Análisis de varianza. Índice de absorción de agua a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	1,33333	2	0,666667*****		0,0000
RESIDUAL	0,0	3	0,0		
TOTAL (CORRECTED)	1,33333	5			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de Dunnet. Tratamientos

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS _{Dunnett}
41	7	1	0,00
42	7	1	
0	8		

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-2. Análisis de varianza. Índice de amasado a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	1,0	2	0,5	0,33	0,7401
RESIDUAL	4,5	3	1,5		
TOTAL (CORRECTED)	5,5	5			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-3. Análisis de varianza. Índice de fuerza de gluten a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	1,33333	2	0,666667	1,33	0,3852
RESIDUAL	1,5	3	0,5		
TOTAL (CORRECTED)	2,83333	5			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-4. Análisis de varianza. Índice de viscosidad de gel de almidón a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	4,33333	2	2,16667	6,50	0,0812
RESIDUAL	1,0	3	0,333333		
TOTAL (CORRECTED)	5,33333	5			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-5. Análisis de varianza. Índice de resistencia de la amilasa a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	37,0	2	18,5	111,00	0,0015
RESIDUAL	0,5	3	0,166667		
TOTAL (CORRECTED)	37,5	5			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de Dunnet. Tratamientos

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS _{Dunnett}
41	3,0	1,5	1,15
42	2,5	2,0	
0	4,5		

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-6. Análisis de varianza. Índice de retrogradación del almidón a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	21,3333	2	10,6667*****		0,0000
RESIDUAL	0,0	3	0,0		
TOTAL (CORRECTED)	21,3333	5			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de Dunnet. Tratamientos

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS _{Dunnett}
41	2,0	4,0	0,00
42	2,0	4,0	
0	6,0		

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

FARINOGRAFÍA

Tabla D-7. Análisis de varianza. Hidratación a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	9,49	2	4,745	76,95	0,0026
RESIDUAL	0,185	3	0,0616667		
TOTAL (CORRECTED)	9,675	5			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de Dunnet. Tratamientos

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS _{Dunnett}
41	60,2	2,9	0,70
42	60,8	2,4	
0	63,1		

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-8. Análisis de varianza. Tiempo de desarrollo a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	0,333333	2	0,166667	1,00	0,4648
RESIDUAL	0,5	3	0,166667		
TOTAL (CORRECTED)	0,833333	5			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-9. Análisis de varianza. Estabilidad de la masa a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	2,08333	2	1,04167	0,68	0,5725
RESIDUAL	4,625	3	1,54167		
TOTAL (CORRECTED)	6,70833	5			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-10. Análisis de varianza. Debilitamiento de la masa a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	86,3333	2	43,1667	1,68	0,3237
RESIDUAL	77,0	3	25,6667		
TOTAL (CORRECTED)	163,333	5			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

EVALUACIÓN SENSORIAL

Tabla D-11. Análisis de varianza. Color de la Corteza a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	0,238889	2	0,119444	0,32	0,7287
RESIDUAL	32,7083	87	0,375958		
TOTAL (CORRECTED)	32,9472	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-12. Análisis de varianza. Apariencia de la miga a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	2,02222	2	1,01111	1,92	0,1527
RESIDUAL	45,8	87	0,526437		
TOTAL (CORRECTED)	47,8222	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-13. Análisis de varianza. Friabilidad a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	0,422222	2	0,211111	0,27	0,7670
RESIDUAL	69,0333	87	0,793487		
TOTAL (CORRECTED)	69,4556	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-14. Análisis de varianza. Textura a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	0,238889	2	0,119444	0,45	0,6360
RESIDUAL	22,8417	87	0,262548		
TOTAL (CORRECTED)	23,0806	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-15. Análisis de varianza. Sabor a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	5,83889	2	2,91944	8,82	0,0003
RESIDUAL	28,7833	87	0,330843		
TOTAL (CORRECTED)	34,6222	89			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de Dunnet. Tratamientos

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS _{Dunnett}
41	3,52	0,48	0,30
42	3,42	0,58	
0	4,00		

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

CARACTERIZACIÓN DE PAN

Tabla D-16. Análisis de varianza. Peso a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	1,8	2	0,9	1,37	0,2705
RESIDUAL	17,7	27	0,655556		
TOTAL (CORRECTED)	19,5	29			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-17. Análisis de varianza. Diámetro a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	0,791327	2	0,395663	3,56	0,0423
RESIDUAL	2,99801	27	0,111037		
TOTAL (CORRECTED)	3,78934	29			

*Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011***Prueba de Dunnet. Tratamientos**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS _{Dunnett}
41	7,69	0,39	0,305
42	7,56	0,26	
0	7,30		

*Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011***Tabla D-18. Análisis de varianza. Altura a un 5% de significancia**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	0,02634	2	0,01317	0,13	0,8770
RESIDUAL	2,69718	27	0,0998956		
TOTAL (CORRECTED)	2,72352	29			

*Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011***Tabla D-19. Análisis de varianza. Volumen a un 5% de significancia**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	3011,67	2	1505,83	10,41	0,0004
RESIDUAL	3905,0	27	144,63		
TOTAL (CORRECTED)	6916,67	29			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Prueba de Dunnet. Tratamientos

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS _{Dunnett}
41	183,50	21,00	11,025
42	184,00	21,50	
0	162,50		

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

TEXTURA

Tabla D-20. Análisis de varianza. Dureza a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	17073,9	2	8536,94	0,18	0,8357
RESIDUAL	419594,0	9	46621,6		
TOTAL (CORRECTED)	436668,0	11			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-21. Análisis de varianza. Deformación según dureza a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	0,000116667	2	0,0000583333	1,24	0,3357
RESIDUAL	0,000425	9	0,0000472222		
TOTAL (CORRECTED)	0,000541667	11			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-22. Análisis de varianza. Deformación recuperable a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	5,56903	2	2,78451	3,30	0,0841
RESIDUAL	7,58964	9	0,843294		
TOTAL (CORRECTED)	13,1587	11			

Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Tabla D-23. Análisis de varianza. Trabajo total a un 5% de significancia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	174,765	2	87,3827	0,79	0,4847
RESIDUAL	1000,77	9	111,196		
TOTAL (CORRECTED)	1175,53	11			

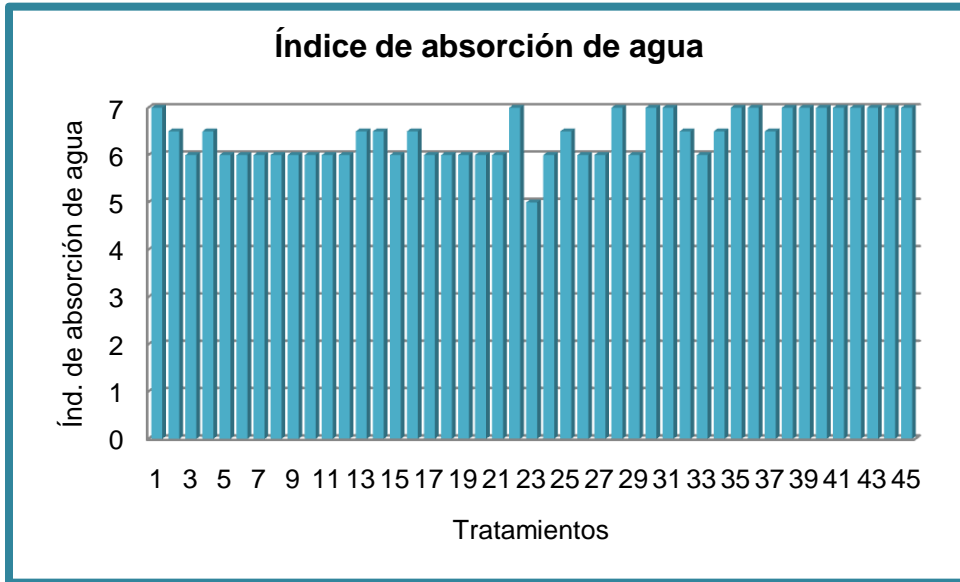
Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

ANEXO E

GRÁFICOS

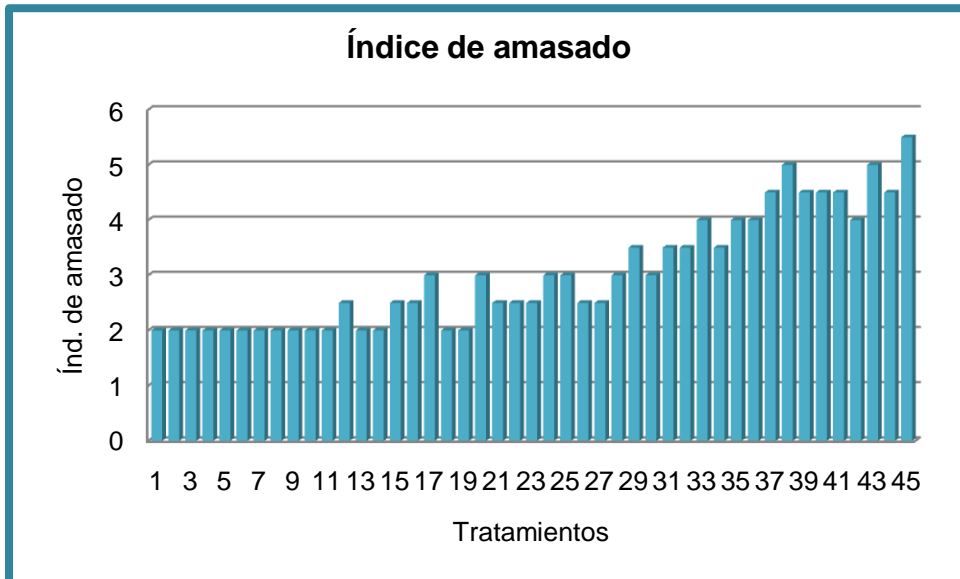
COMPORTAMIENTO REOLÓGICO (Todos los tratamientos)

Gráfico E-1



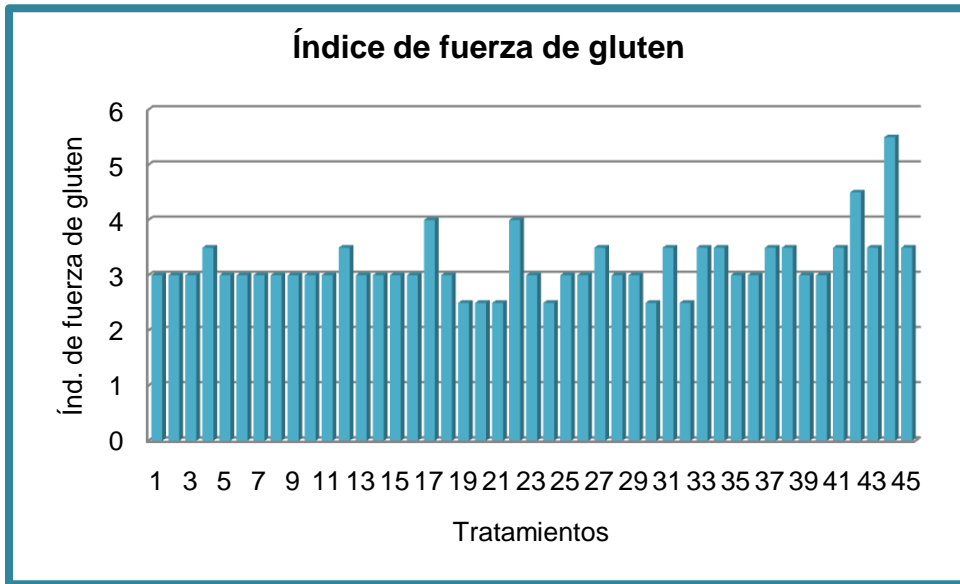
Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Gráfico E-2



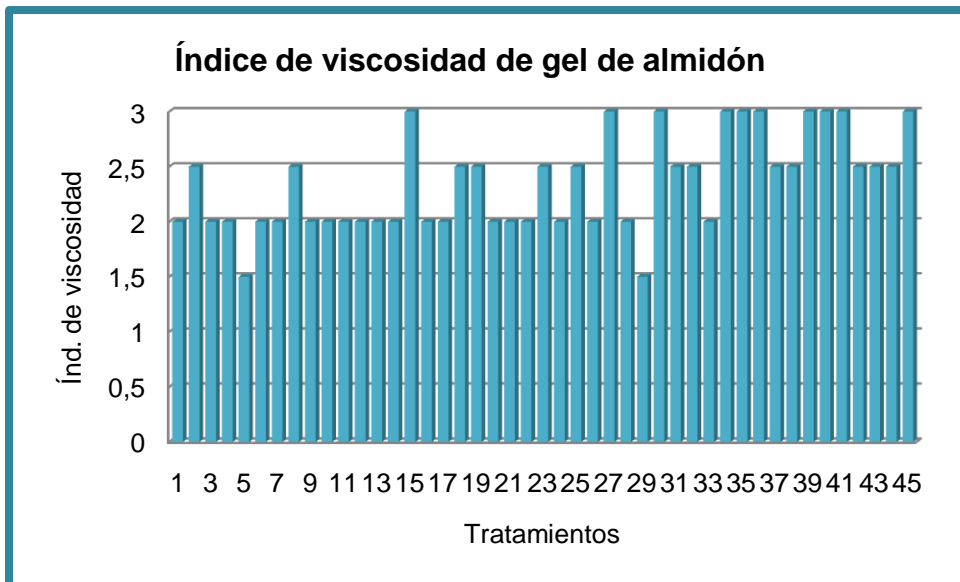
Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Gráfico E-3



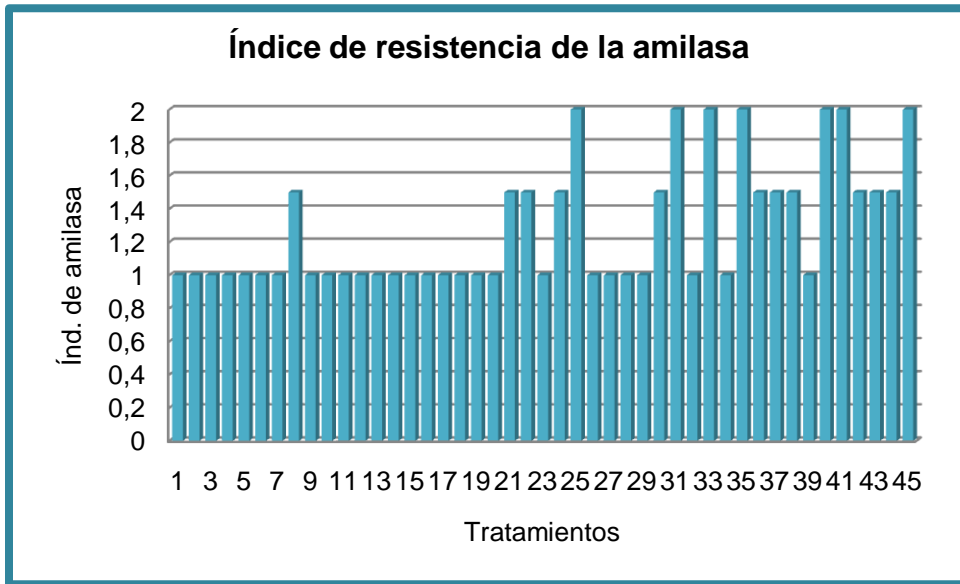
Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Gráfico E-4



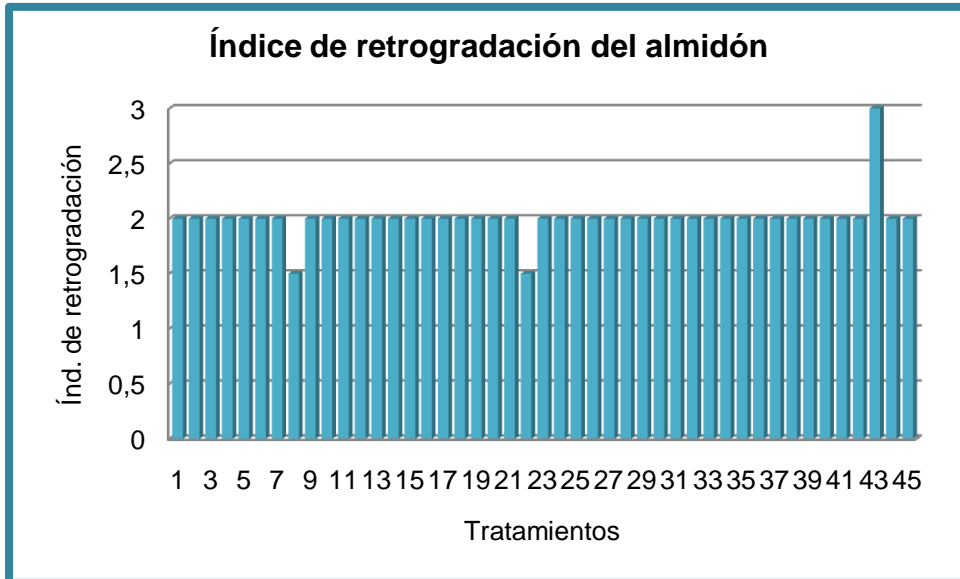
Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Gráfico E-5



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

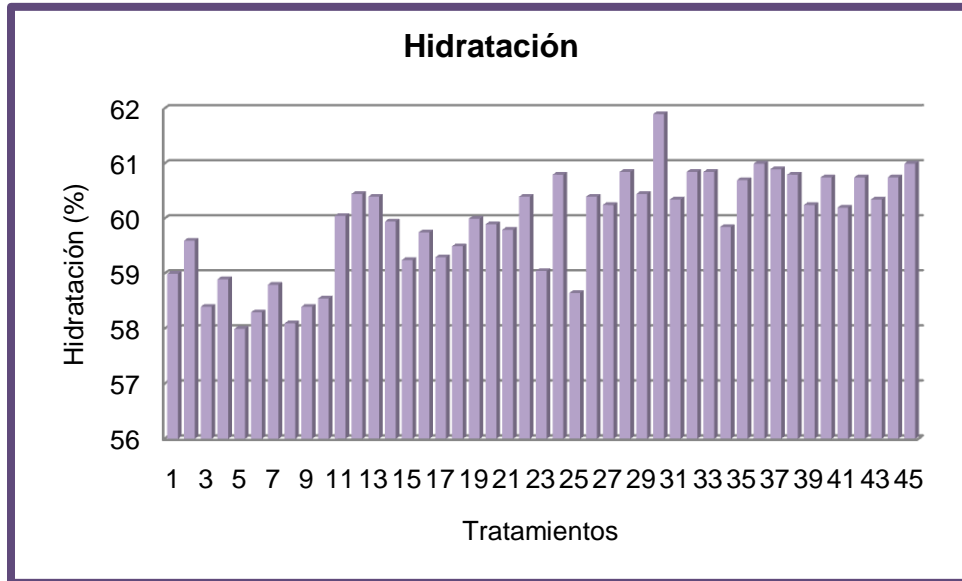
Gráfico E-6



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

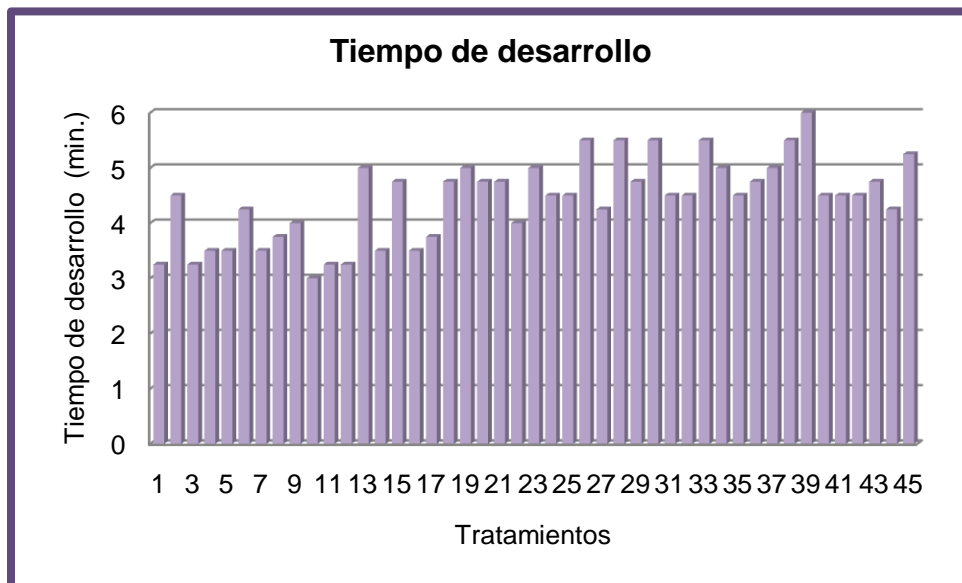
FARINOGRAFÍA (Todos los tratamientos)

Gráfico E-7



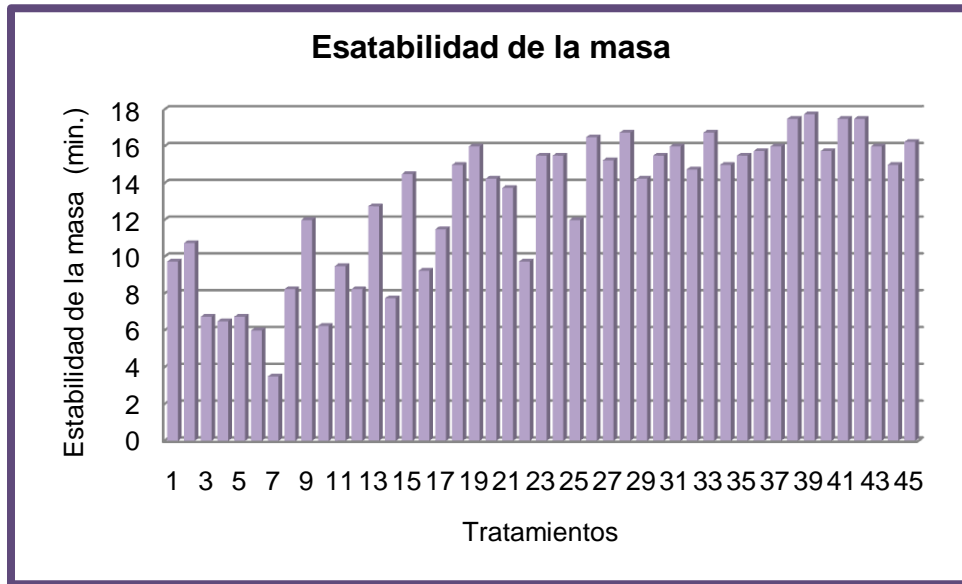
Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Gráfico E-8



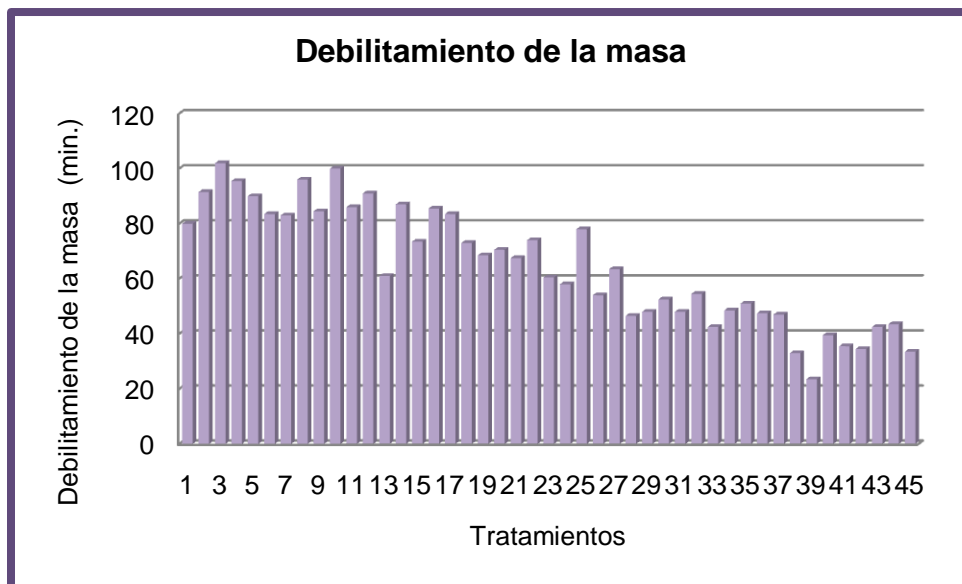
Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

Gráfico E-9



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

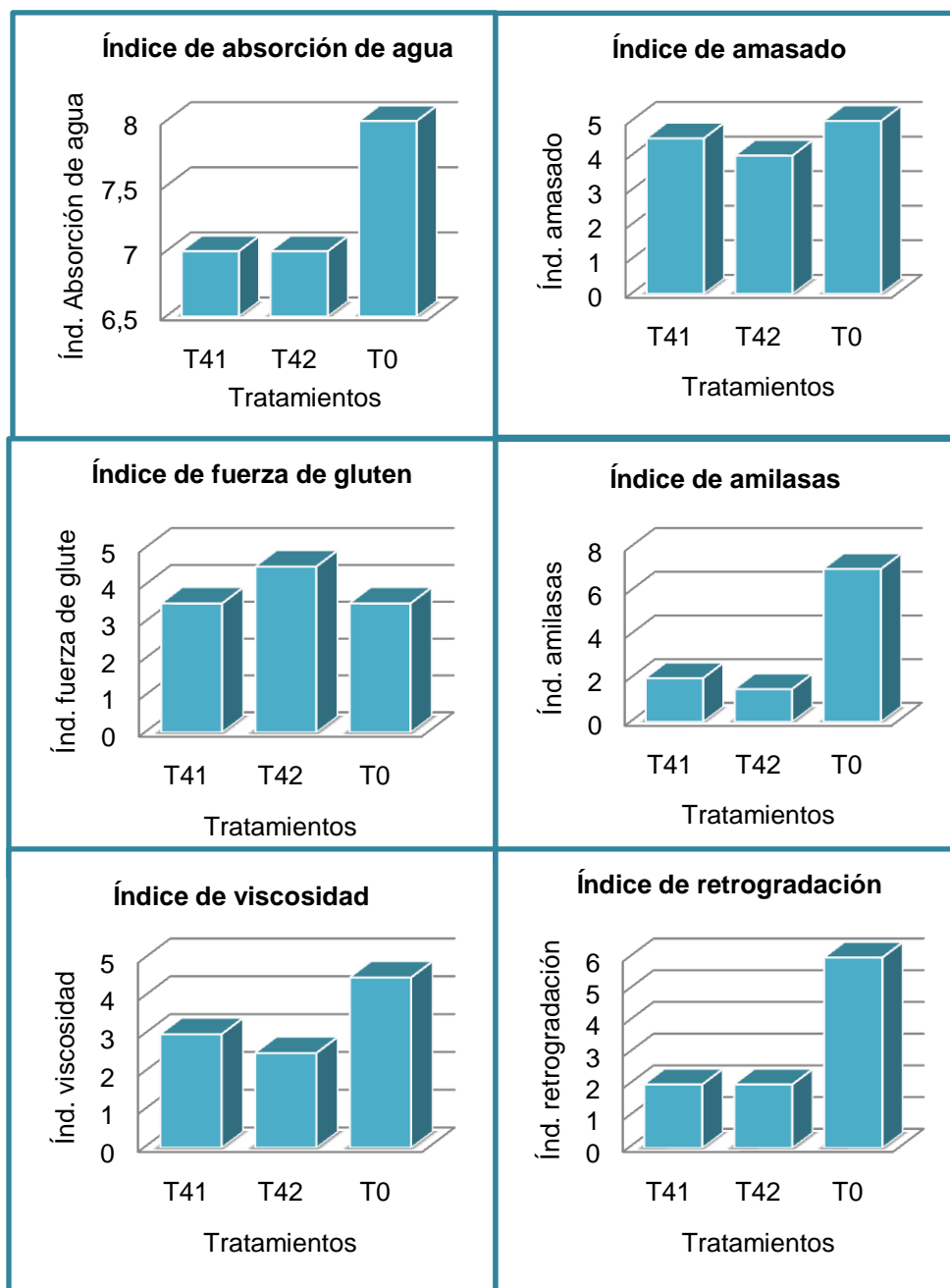
Gráfico E-10



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

COMPARACIÓN ENTRE MEJORES TRATAMIENTOS Y TRATAMIENTO CONTROL

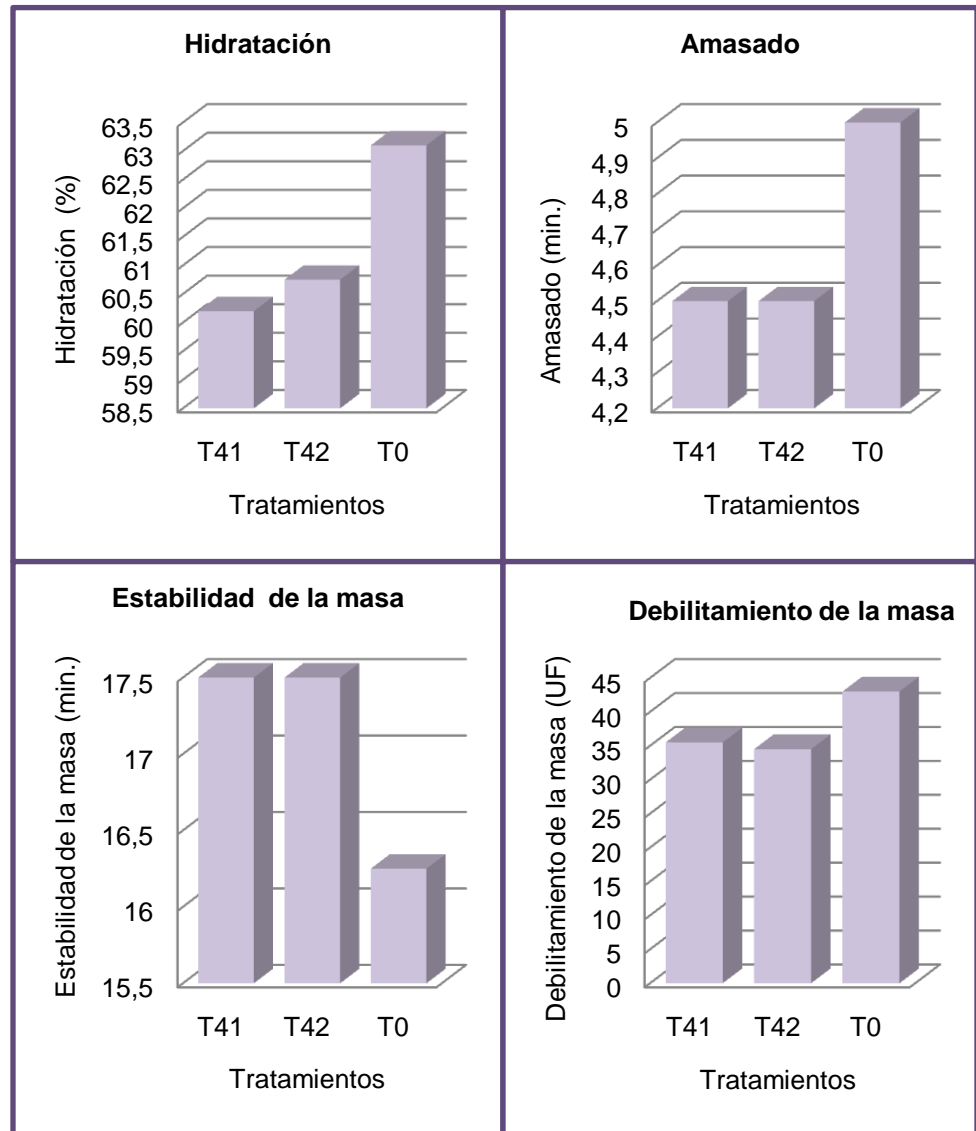
Gráfico E-11. Comportamiento reológico



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

T₄₁= Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+100ppm esteaoril lactilato de sodio;
 T₄₂=Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm esteaoril lactilato de sodio;
 T₀= Trigo importado CWRS

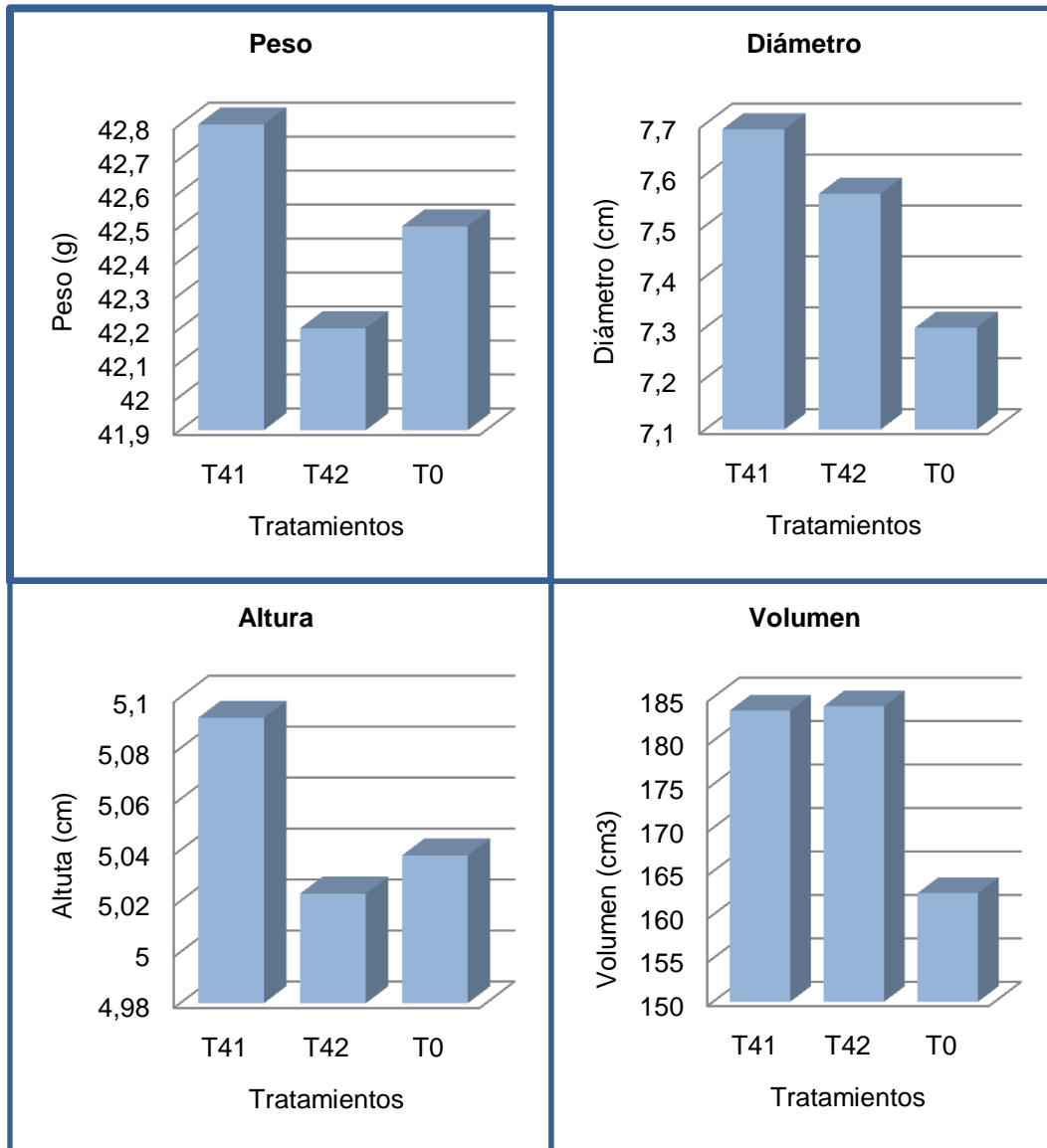
Gráfico E-12. Parámetros farinográficos



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

T₄₁= Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+100ppm estearil lactilato de sodio;
T₄₂=Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm estearil lactilato de sodio;
T₀= Trigo importado CWRS

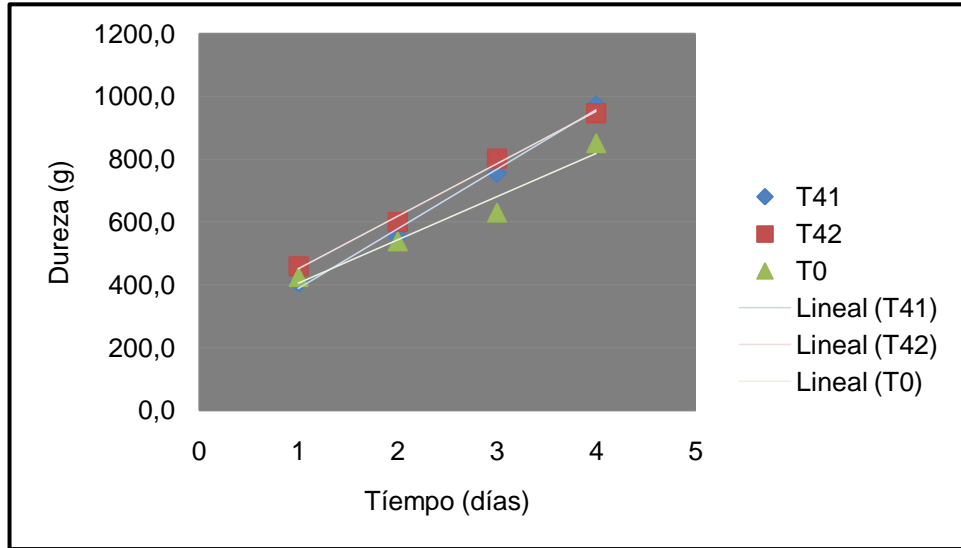
Gráfico E-13. Caracterización del pan



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

T₄₁= Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+100ppm estearoil lactilato de sodio;
T₄₂=Trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm estearoil lactilato de sodio;
T₀=Trigo importado CWRS

Gráfico E-14. Cambios de textura. Dureza Vs tiempo



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

El parámetro de dureza responde a las siguientes ecuaciones lineales:

$$T_{41} = 189,7x + 198,5$$

$$R^2 = 0,993$$

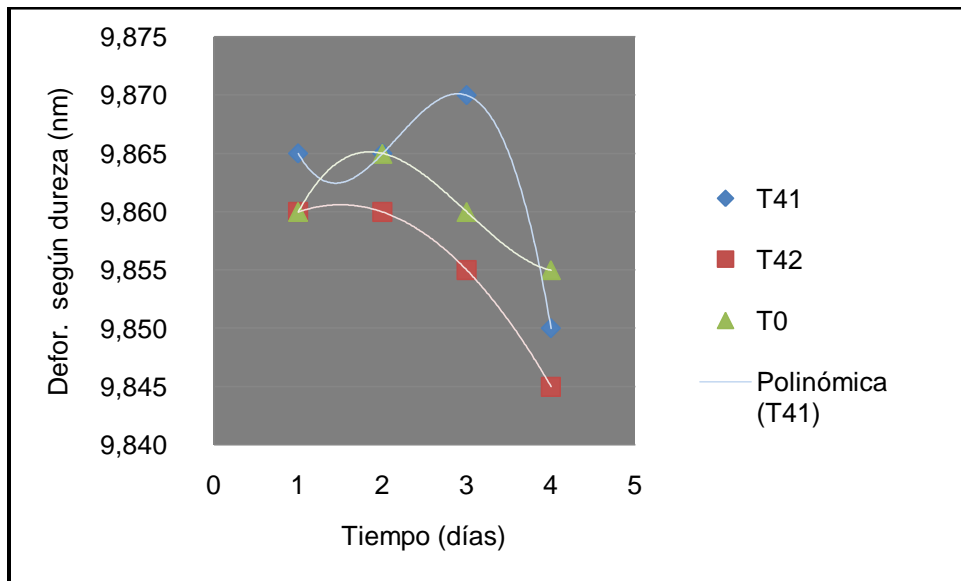
$$T_{42} = 166,7x + 285,2$$

$$R^2 = 0,995$$

$$T_0 = 137,6x + 267,5$$

$$R^2 = 0,958$$

Gráfico E-15. Cambios de textura. Deformación según dureza Vs tiempo



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

La deformación según dureza responde a las siguientes ecuaciones polinómicas de tercer orden:

$$T_{41} = -0,005x^3 + 0,032x^2 - 0,062x + 9,9$$

$$R^2 = 1$$

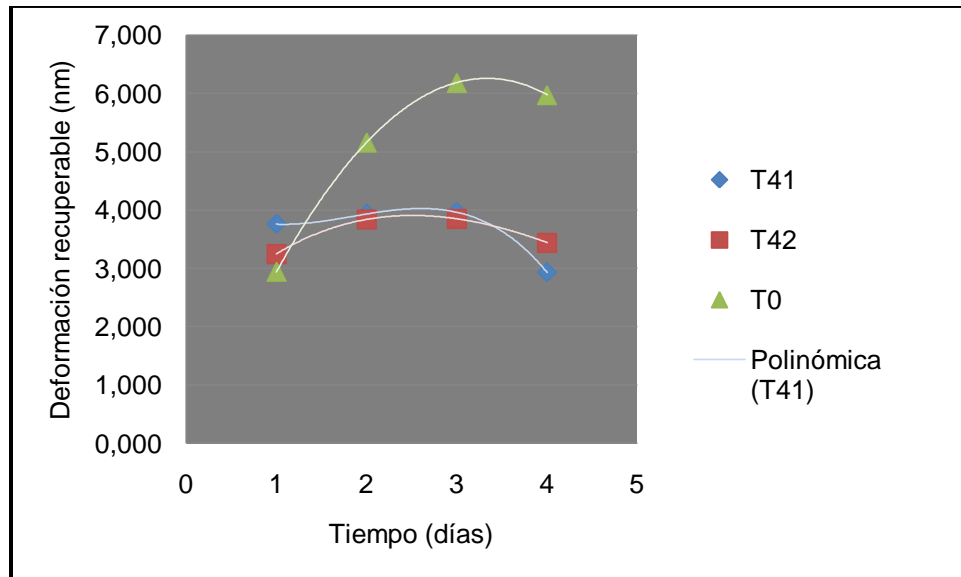
$$T_{42} = -0,002x^2 + 0,007x + 9,855$$

$$R^2 = 1$$

$$T_0 = 0,001x^3 - 0,015x^2 + 0,038x + 9,835$$

$$R^2 = 1$$

Gráfico E-16. Cambios de textura. Deformación recuperable dureza Vs tiempo



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

El parámetro de deformación recuperable responde a las siguientes ecuaciones polinómicas de tercer orden:

$$T_{41} = -0,153x^3 + 0,847x^2 - 1,294x + 4,365$$

$$R^2 = 1$$

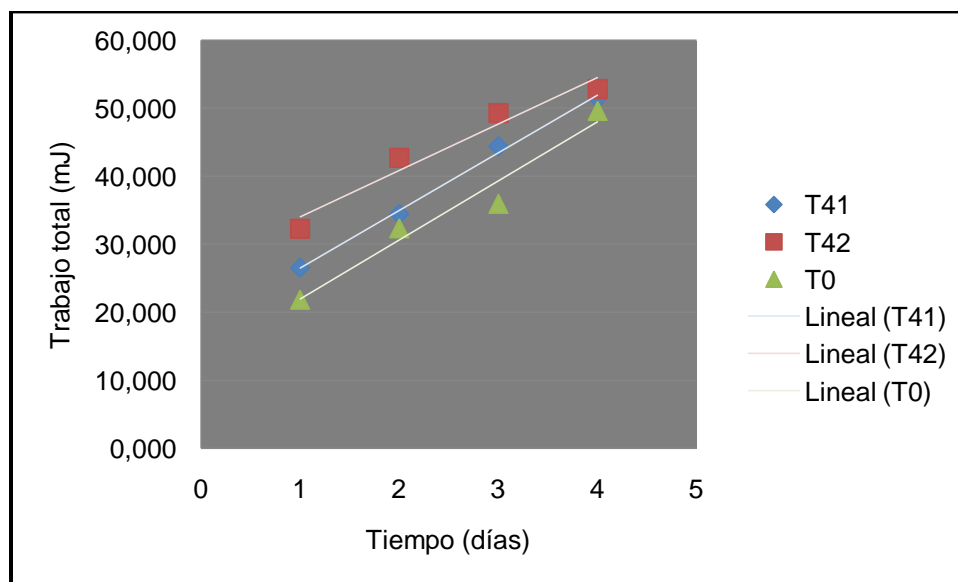
$$T_{42} = 0,027x^3 - 0,457x^2 + 1,775x + 1,905$$

$$R^2 = 1$$

$$T_0 = -0,006x^3 - 0,557x^2 + 3,939x - 0,43$$

$$R^2 = 1$$

Gráfico E-17. Cambios de textura. Trabajo total Vs tiempo



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011

El parámetro de trabajo total responde a las siguientes ecuaciones lineales:

$$T_{41} = 8,48x + 18,07$$

$$R^2 = 0,996$$

$$T_{42} = 6,84x + 27,22$$

$$R^2 = 0,951$$

$$T_0 = 8,685x + 13,27$$

$$R^2 = 0,957$$

ANEXO F

FIGURAS Y CUADROS

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO

Figura F-1. Mixolab profiler. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital+ 60ppm glucosa oxidada + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1: Tratamiento 41)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE



Harina de trigo-Tratamiento 41 (1)

Fecha: 09/06/2011 Hora: 13:20

Muestra:

Hidratación: 61,0% base 14% (b14)

Contenido en agua: 12,9%

Índice: 7-53-322

Protocolo: Chopin+

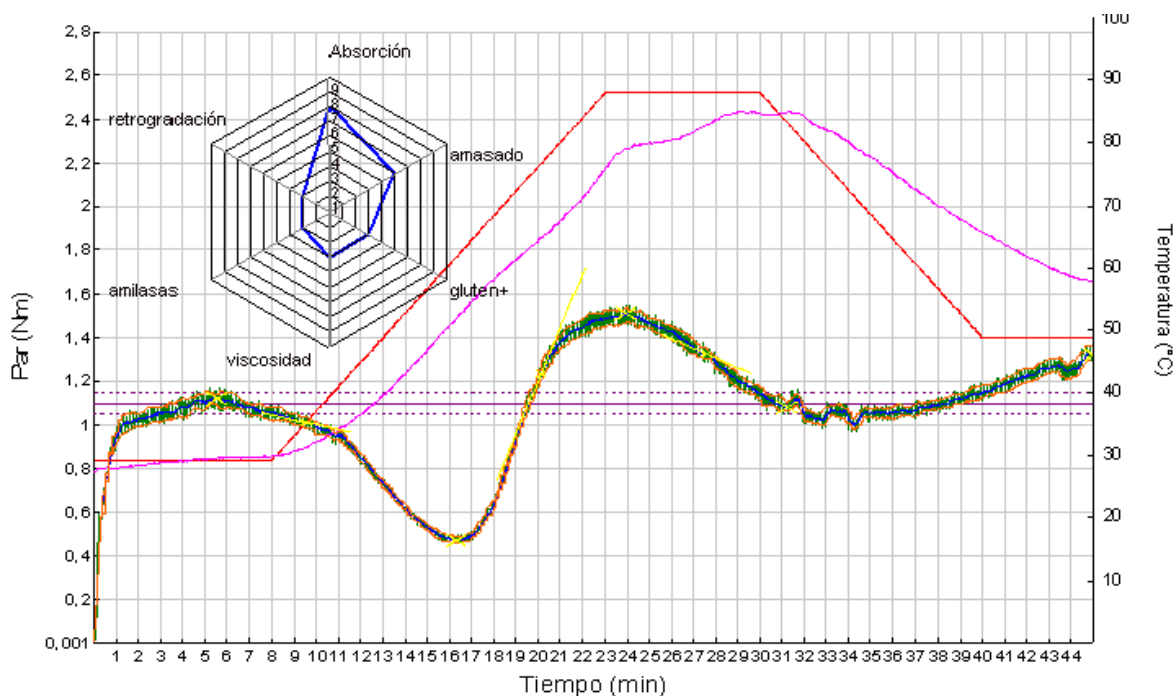
Peso de masa: 75,0 g

Temperatura depósito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5,53	1,12	30,3	0,06	9,13
C2	16,33	0,47	53,2		
C3	23,95	1,51	80,9		
C4	31,23	1,08	86,9		
C5	45,03	1,32	59,2		

α :	-0,022	Nm/min
β :	0,244	Nm/min
γ :	-0,044	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

Figura F-2. Mixolab profiler. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidada + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 2: Tratamiento 41)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
 Z.I. DU VAL DE SEINE
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE
 FRANCE



Harina de trigo-Tratamiento 41 (2)

Fecha: 08/06/2011 Hora: 16:14

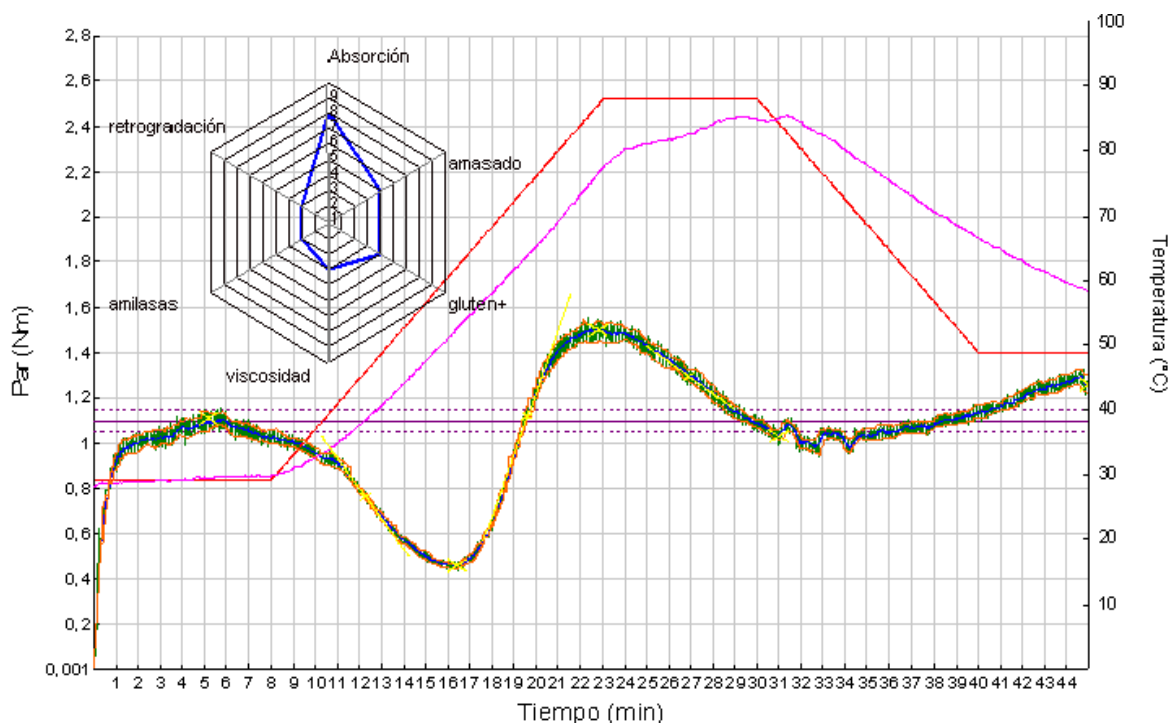
Muestra:

Hidratación: 61,0% base 14% (b14)
 Contenido en agua: 12,9%%
 Índice: 7-44-322

Protocolo: Chopin+
 Peso de masa: 75,0 g
 Temperatura depósito: 30,0 °C
 Velocidad de amasado: 80 rpm

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5,17	1,11	30,3	0,09	8,88
C2	16,42	0,46	53,8		
C3	22,83	1,50	78,4		
C4	31,00	1,03	87,0		
C5	45,05	1,26	59,6		

α :	-0,134	Nm/min
β :	0,274	Nm/min
γ :	-0,070	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

Figura F-3. Mixolab profiler. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1: Tratamiento 42)

Trigo nacional-Tratamiento42 (1)

Fecha: 04/05/2011 Hora: 15:23

Muestra:

Hidratación: 59,8% base 14% (b14)

Contenido en agua: 12,9%

Índice: 7-54-322

Protocolo: Chopin+

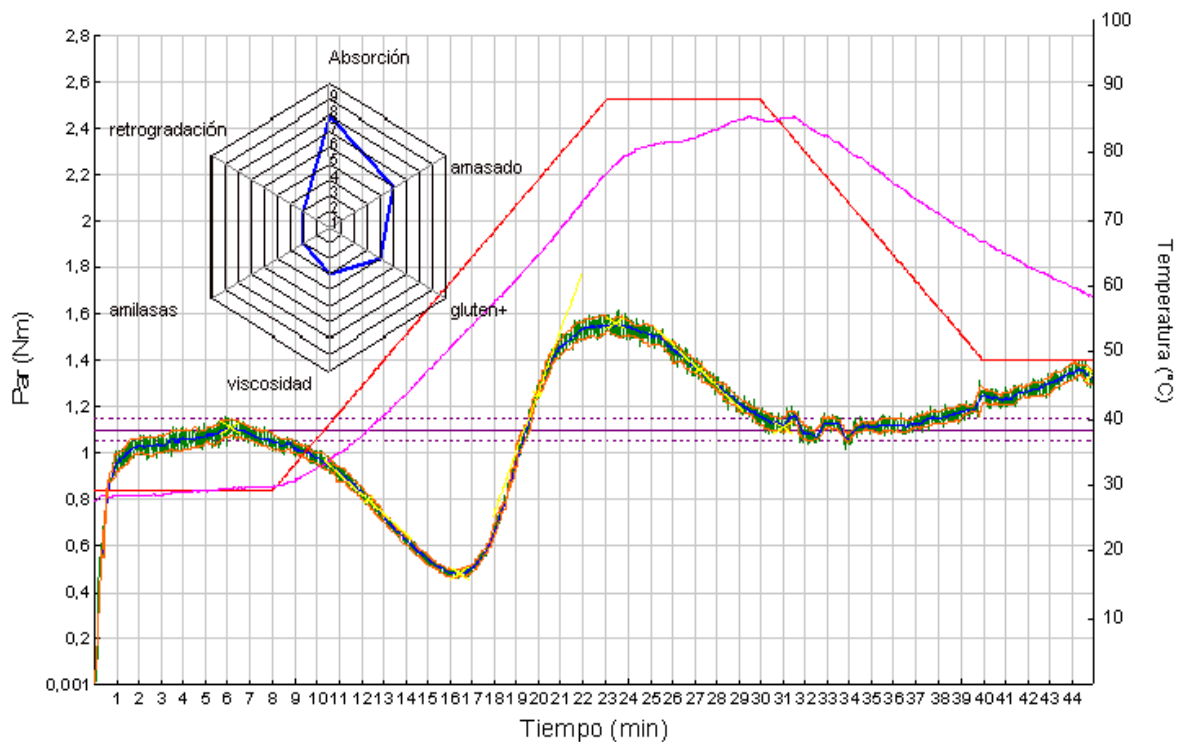
Peso de masa: 75,0 g

Temperatura depósito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

	Tiempo (min.)	Par (Nm)	Temp.masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min.)
C1	6,13	1,11	30,3	0,08	9,50
C2	16,42	0,48	53,4		
C3	23,45	1,56	80,1		
C4	30,98	1,11	87,3		
C5	45,03	1,34	59,9		

α :	-0,086	Nm/min
β :	0,262	Nm/min
γ :	-0,090	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

Figura F-4. Mixolab profiler. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital+60ppm glucosa oxidasa+150ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 2: Tratamiento 42)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
 Z.I. DU VAL DE SEINE
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE
 FRANCE



Trigo nacional-Tratamiento 42 (2)

Fecha: 04/05/2011 Hora: 16:28

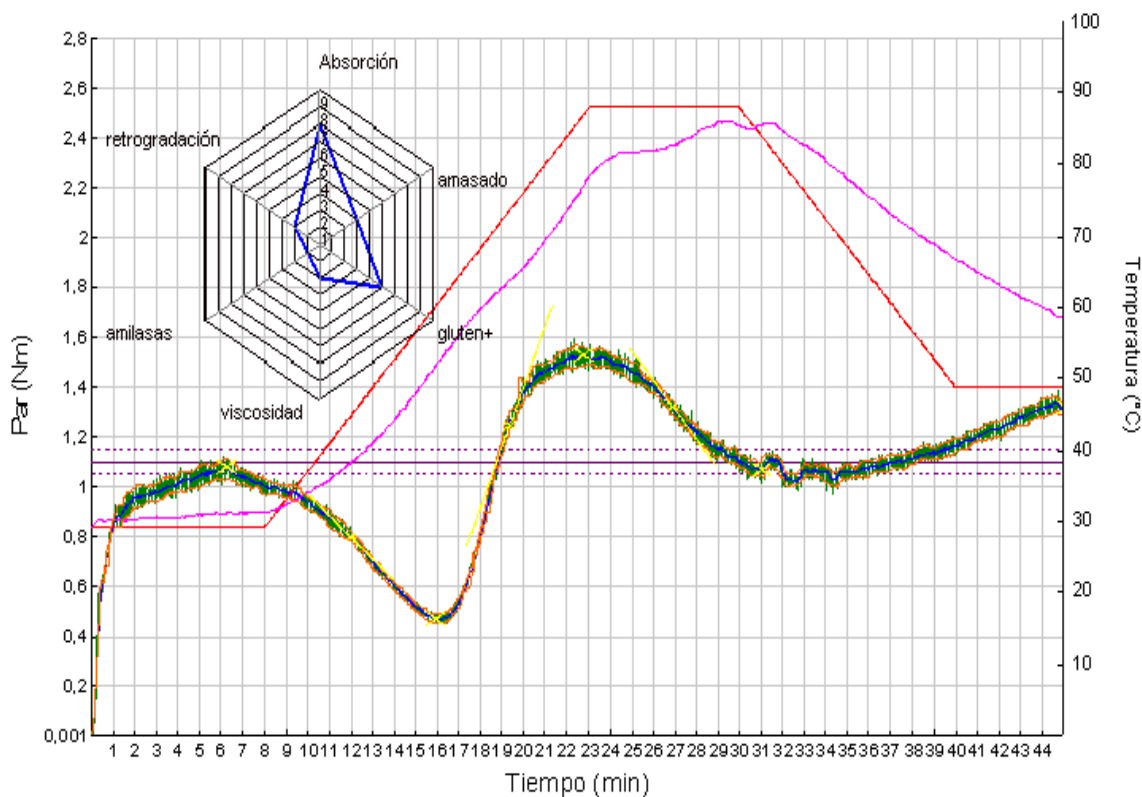
Muestra:

Hidratación: 59,8% base 14% (b14)
 Contenido en agua: 12,9%%
 Índice: 7-35-212

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	6,23	1,108	31,9	0,08	8,42
C2	15,93	0,47	53,1		
C3	22,78	1,53	78,8		
C4	31,03	1,07	87,5		
C5	45,12	1,32	59,8		

α :	-0,086	Nm/min
β :	0,242	Nm/min
γ :	-0,118	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

Figura F-5. Mixolab profiler. Harina de trigo importado (Réplica 1: Tratamiento 0)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
 Z.I. DU VAL DE SEINE
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE
 FRANCE



Trigo importado-Pan 1

Fecha: 06/06/2011 Hora: 16:26

Muestra:

Hidratación: 62,5% base 14% (b14)

Contenido en agua: 13,0%%

Índice: 8-63-476

Protocolo: Chopin+

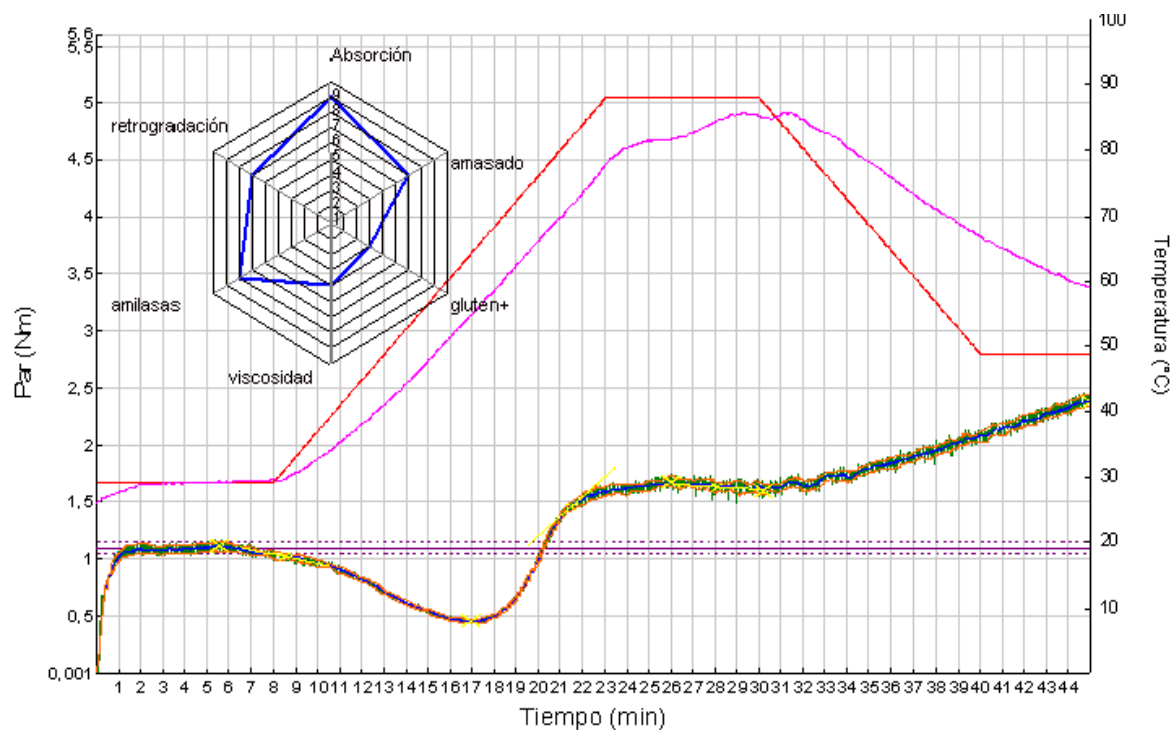
Peso de masa: 75,0 g

Temperatura depósito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5,55	1,12	30,1	0,08	9,22
C2	16,95	0,46	56,1		
C3	26,02	1,68	83,6		
C4	30,18	1,60	86,9		
C5	45,05	2,38	60,2		

α :	-0,040	Nm/min
β :	0,172	Nm/min
γ :	-0,010	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

Figura F-6. Mixolab profiler. Harina de trigo importado (Réplica 2: Tratamiento 0)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
 Z.I. DU VAL DE SEINE
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE
 FRANCE



Trigo importado-Pan 2

Fecha: 07/06/2011 Hora: 17:32

Muestra:

Hidratación: 62,5% base 14% (b14)

Contenido en agua: 13,0%%

Indice: 8-44-576

Protocolo: Chopin+

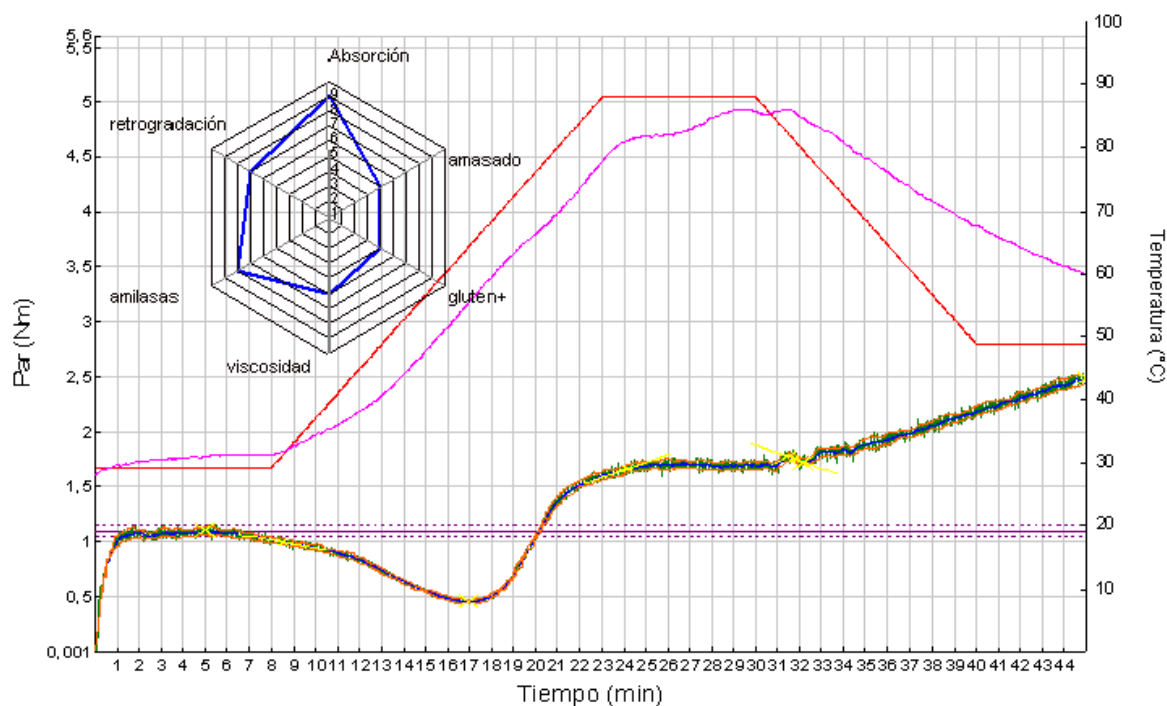
Peso de masa: 75,0 g

Temperatura depósito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (° C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4,97	1,11	31,7	0,06	8,83
C2	16,97	0,46	56,8		
C3	31,38	1,77	88,1		
C4	32,15	1,72	86,6		
C5	45,03	2,49	61,3		

α :	-0,034	Nm/min
β :	0,066	Nm/min
γ :	-0,070	Nm/min



Fuente: Mixolab CHOPIN

FARINOGRAFÍA

Figura F-7. Farinograma. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1: Tratamiento 41)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
 Z.I. DU VAL DE SEINE
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE
 FRANCE



Trigo nacional-Tratamiento 41 (1)

Fecha: 05/05/2011 Hora: 10:07

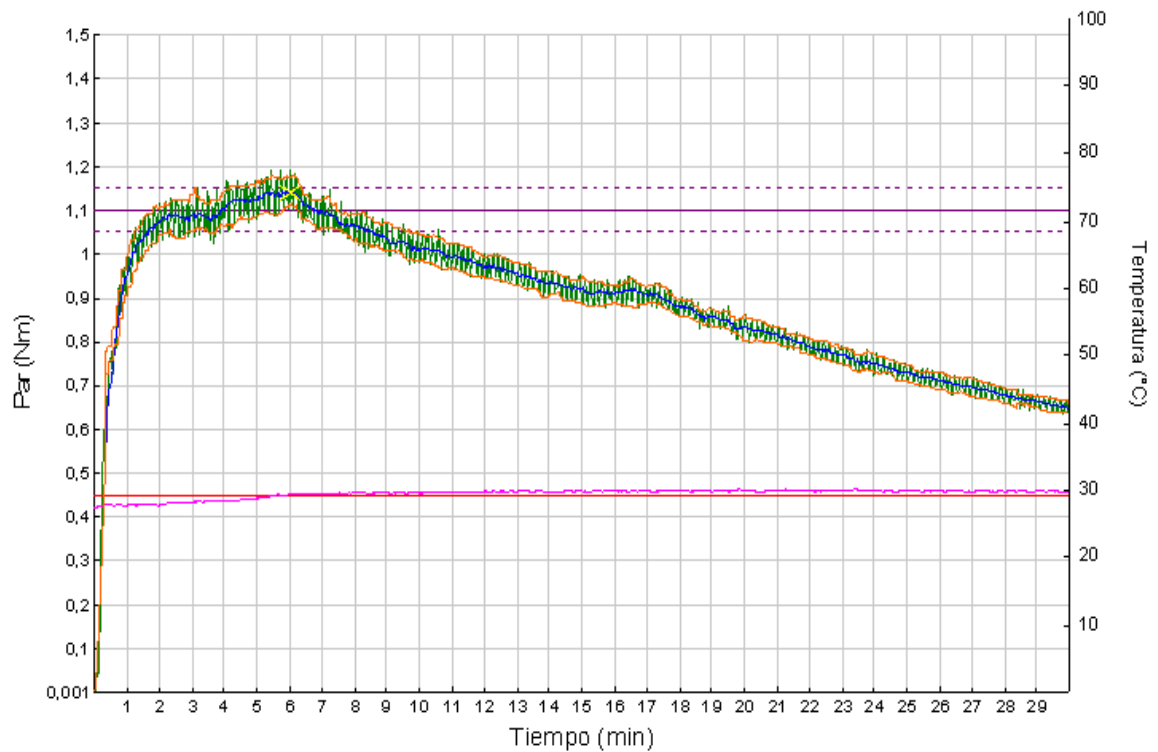
Muestra:

Protocolo: Chopin S

Hidratación: 59,8% base 14% (b14)
 Contenido en agua: 12,9%

Peso de masa: 75,0 g
 Temperatura depósito: 30,0 °C
 Velocidad de amasado: 80 rpm

	Chopin S
Absorción	60,50%
Tiempo de desarrollo	4,5 min
Estabilidad	17,5 min
Debilitamiento (Equ. UF)	37 UF
Debilitamiento (Nm)	0,08 Nm
Cmax	1,14 Nm



Fuente: Mixolab CHOPIN

Figura F-8. Farinograma. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 2: Tratamiento 41)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
 Z.I. DU VAL DE SEINE
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE
 FRANCE



Trigo nacional-Tratamiento41 (2)

Fecha: 05/05/2011 Hora: 10:57

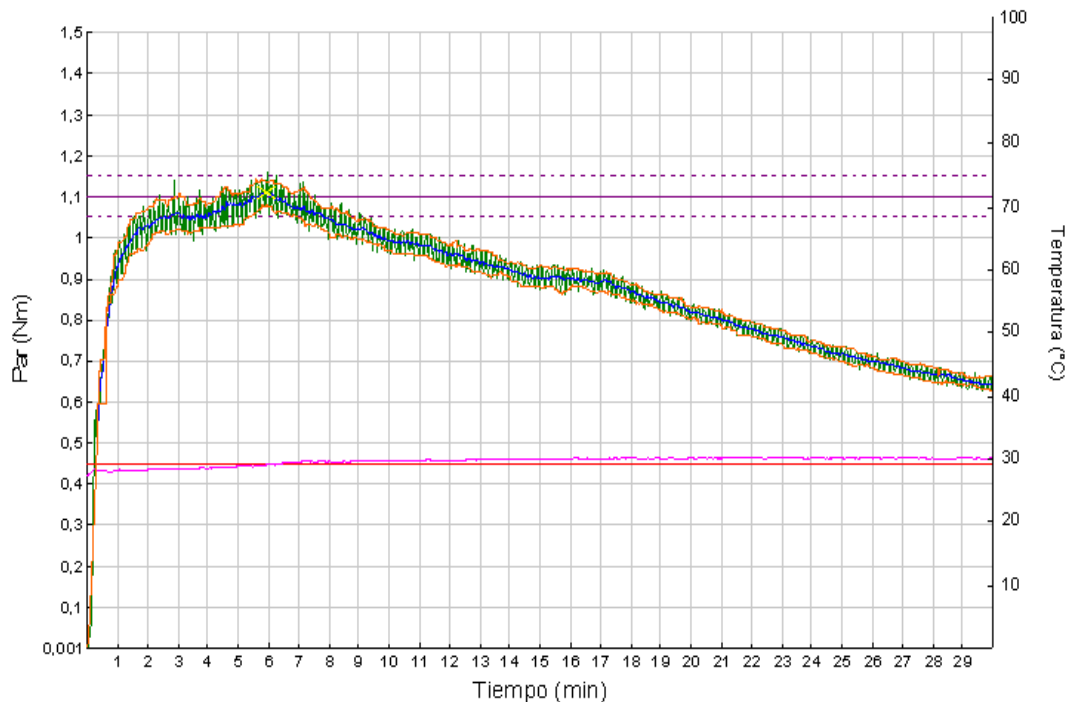
Muestra:

Hidratación: 59,9% base 14% (b14)
 Contenido en agua: 12,9%

Protocolo: Chopin S

Peso de masa: 75,0 g
 Temperatura depósito: 30,0 °C
 Velocidad de amasado: 80 rpm

	Chopin S
Absorción	59,9%
Tiempo de desarrollo	4,5 min
Estabilidad	17,5 min
Debilitamiento (Equ. UF)	34 UF
Debilitamiento (Nm)	0,07 Nm
Cmax	1,11 Nm



Fuente: Mixolab CHOPIN

Figura F-9. Farinograma. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1: Tratamiento 42)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
 Z.I. DU VAL DE SEINE
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE
 FRANCE



Trigo nacional-Tratamiento42 (1)

Fecha: 05/05/2011 Hora: 11:46

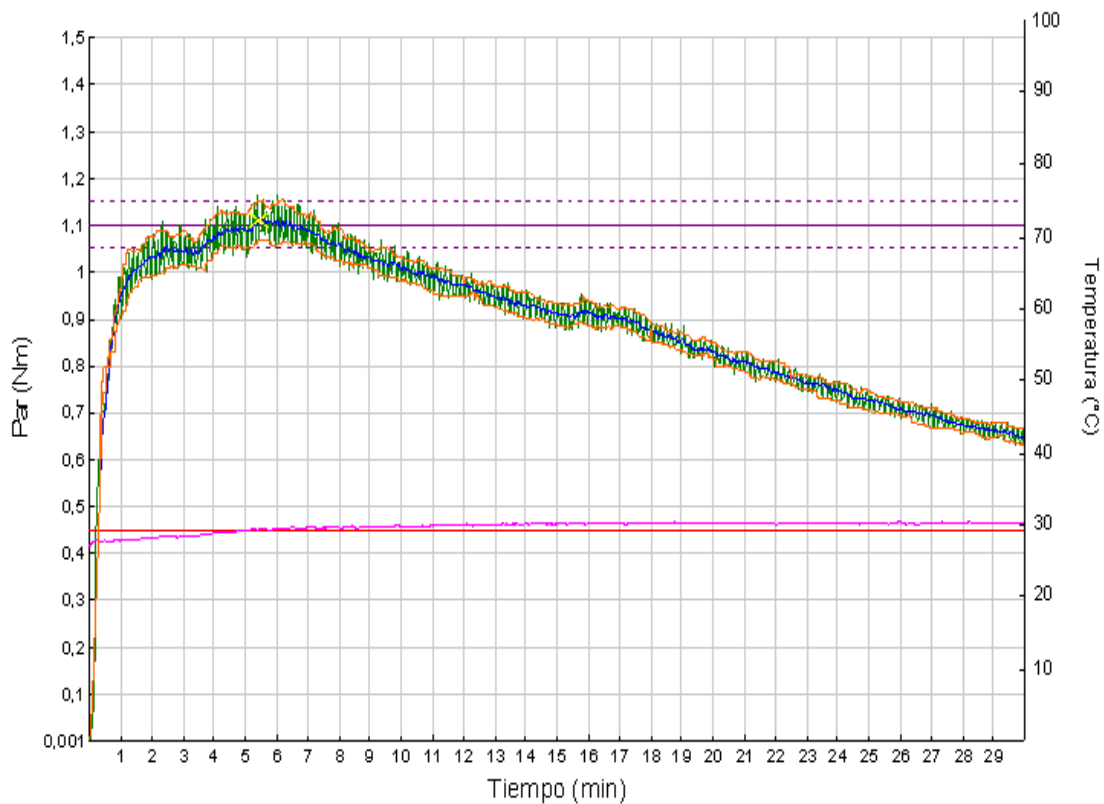
Muestra:

Hidratación: 59,9% base 14% (b14)
 Contenido en agua: 13,1%

Protocolo: Chopin S

Peso de masa: 75,0 g
 Temperatura depósito: 30,0 °C
 Velocidad de amasado: 80 rpm

	Chopin S
Absorción	60,7%
Tiempo de desarrollo	5,0 min
Estabilidad	19,0 min
Debilitamiento (Equ. UF)	30UF
Debilitamiento (Nm)	0,07 Nm
Cmax	1,11 Nm



Fuente: Mixolab CHOPIN

Figura F-10. Farinograma. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 2: Tratamiento 42)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
 Z.I. DU VAL DE SEINE
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE
 FRANCE



Trigo nacional-Tratamiento 42 (2)

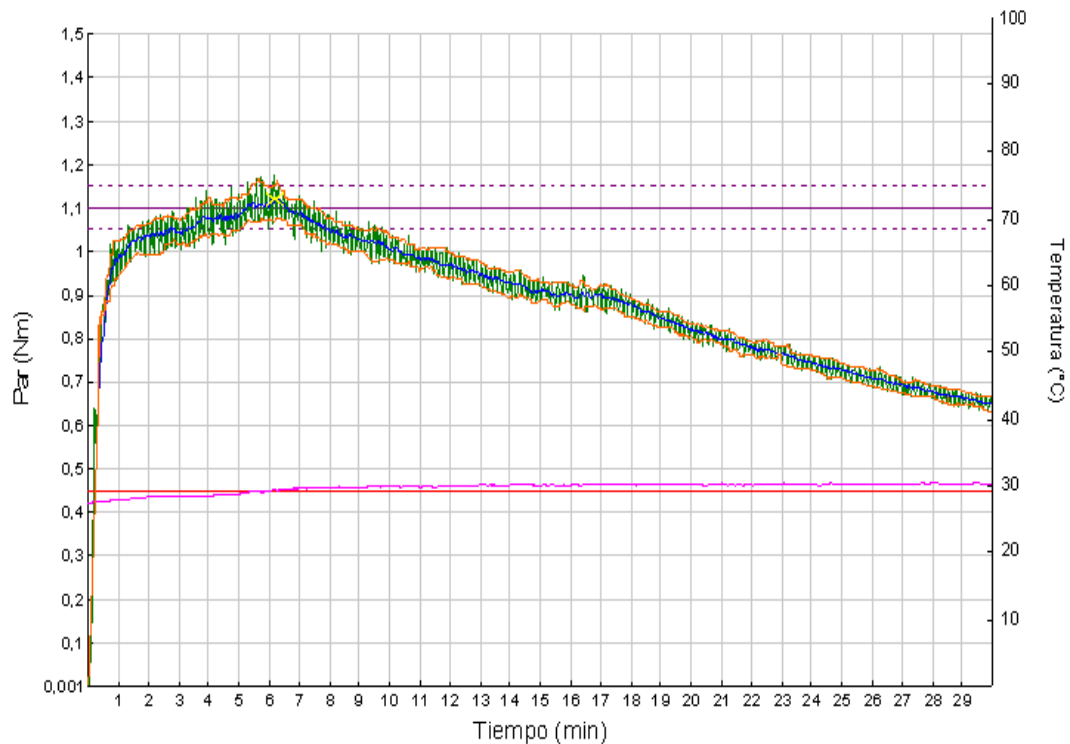
Fecha: 05/05/2011 Hora: 12:32

Muestra:

Hidratación: 59,9% base 14% (b14)
 Contenido en agua: 13,1%

Protocolo: Chopin S
 Peso de masa: 75,0 g
 Temperatura depósito: 30,0 °C
 Velocidad de amasado: 80 rpm

	Chopin S
Absorción	60,8%
Tiempo de desarrollo	4,0 min
Estabilidad	16,0 min
Debilitamiento (Equ. UF)	39UF
Debilitamiento (Nm)	0,09 Nm
Cmax	1,12 Nm



Fuente: Mixolab CHOPIN

Figura F-11. Farinograma. Harina de trigo importado (Réplica 1: Tratamiento 0)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
 Z.I. DU VAL DE SEINE
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE
 FRANCE



Superior-Pan 1

Fecha: 18/05/2011 Hora: 11:27

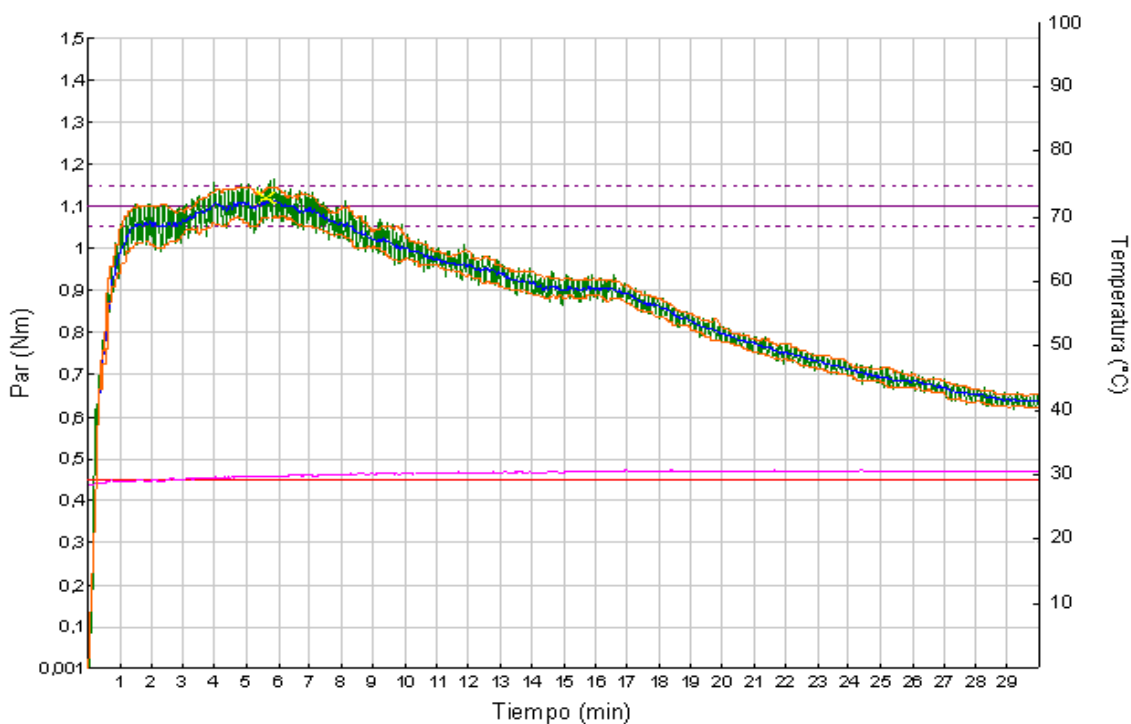
Muestra:

Hidratación: 62,3% base 14% (b14)
 Contenido en agua : 12,7%

Protocolo: Chopin S

Peso de masa: 75,0 g
 Temperatura depósito: 30,0 °C
 Velocidad de amasado: 80 rpm

	Chopin S
Absorción	63,1%
Tiempo de desarrollo	5,0 min
Estabilidad	16,0 min
Debilitamiento (Equ. UF)	39 UF
Debilitamiento (Nm)	0,09 Nm
Cmax	1,12 Nm



Fuente: Mixolab CHOPIN

Figura F-12. Farinograma. Harina de trigo importado (Réplica 2: Tratamiento 0)

MIXOLAB

CHOPIN Technologies
 20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
 Z.I. DU VAL DE SEINE
 92390 VILLENEUVE LA GARENNE
 FRANCE



Superior-Pan2

Fecha: 19/05/2011 **Hora:** 12:11

Muestra:

Hidratación: 62,3% base 14% (b14)

Contenido en agua: 12,7%

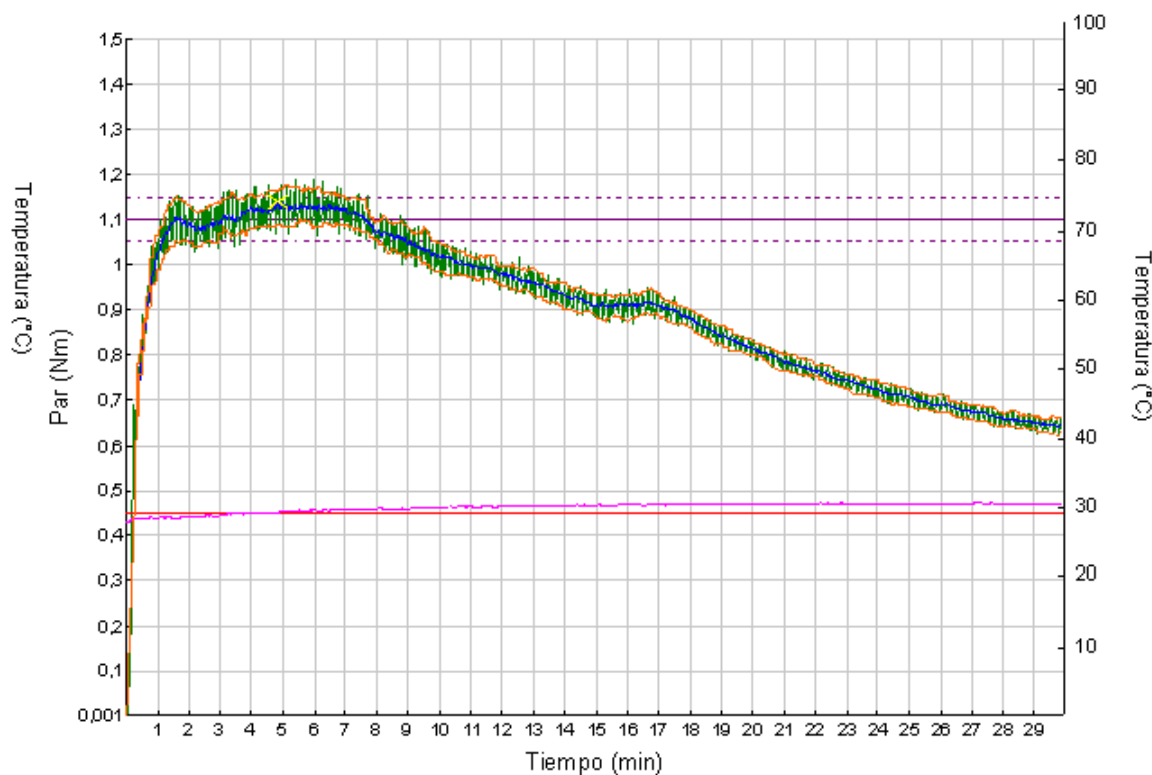
Protocolo: Chopin S

Peso de masa: 75,0 g

Temperatura depósito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

	Chopin S
Absorción	63,1%
Tiempo de desarrollo	5,0 min
Estabilidad	16,5 min
Debilitamiento (Equ. UF)	47 UF
Debilitamiento (Nm)	0,10 Nm
Cmax	1,14 Nm

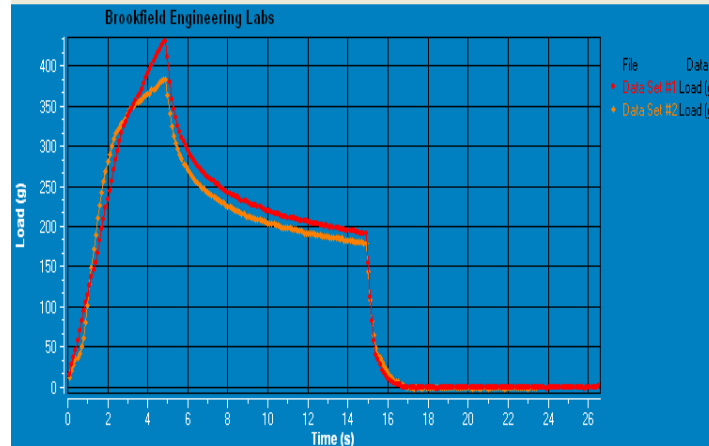


Fuente: Mixolab CHOPIN

TEXTURA DE PAN

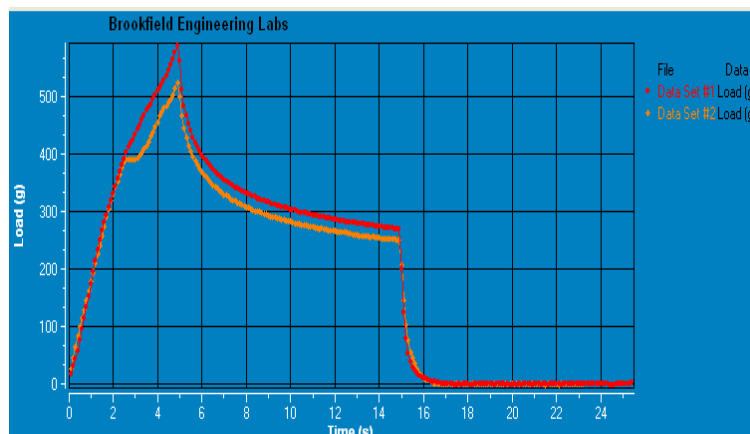
TRATAMIENTO 41

Figura F-13. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 1)



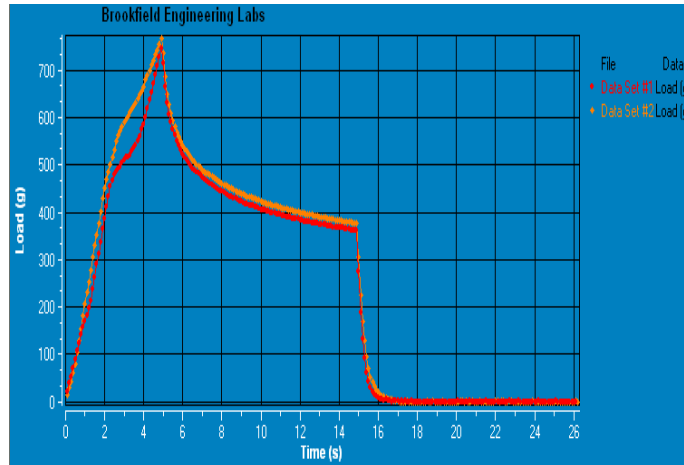
Fuente: Analizador de Textura CT3

Figura F-14. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 2)



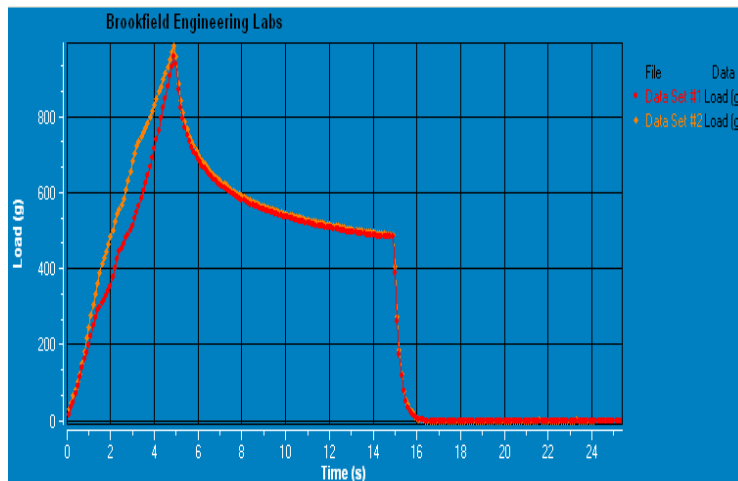
Fuente: Analizador de Textura CT3

Figura F-15. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 3)



Fuente: Analizador de Textura CT3

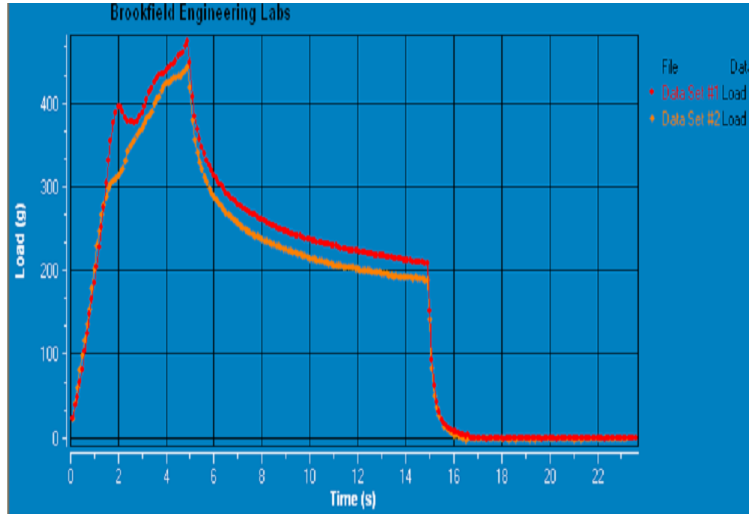
Figura F-16. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 4)



Fuente: Analizador de Textura CT3

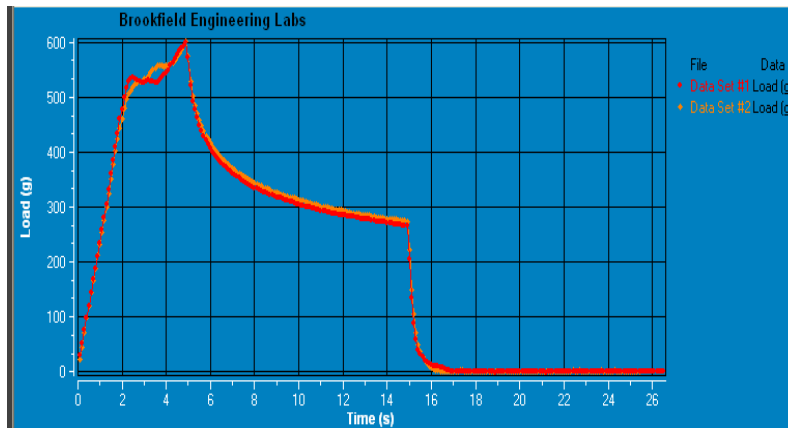
TRATAMIENTO 42

Figura F-17. Texturómetro Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 1)



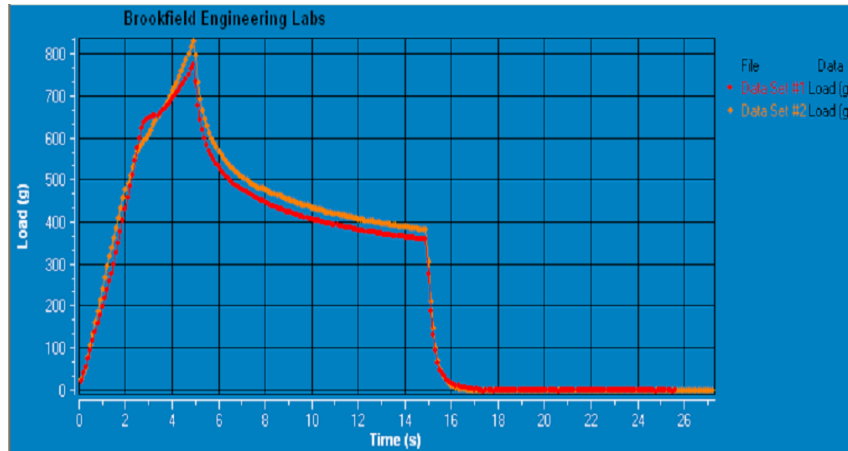
Fuente: Analizador de Textura CT3

Figura F-18. Texturómetro Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 2)



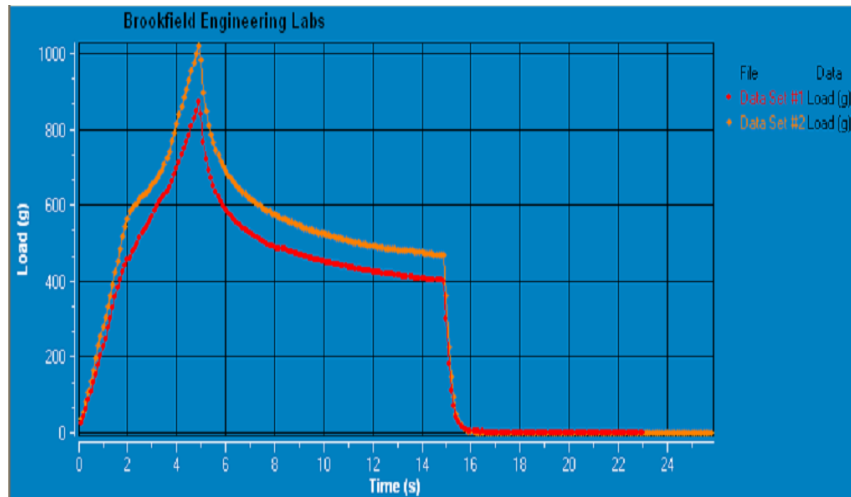
Fuente: Analizador de Textura CT3

Figura F-19. Texturómetro Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 3)



Fuente: Analizador de Textura CT3

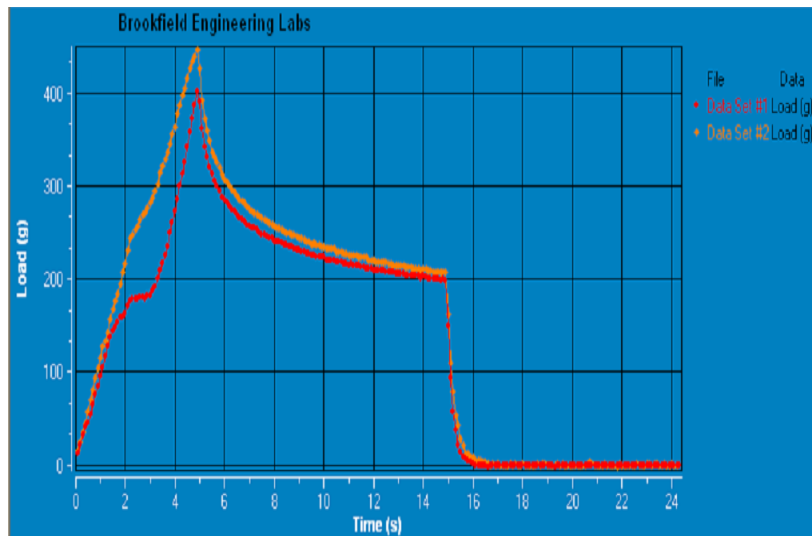
Figura F-20. Texturómetro Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1 y Réplica 2: Día 4)



Fuente: Analizador de Textura CT3

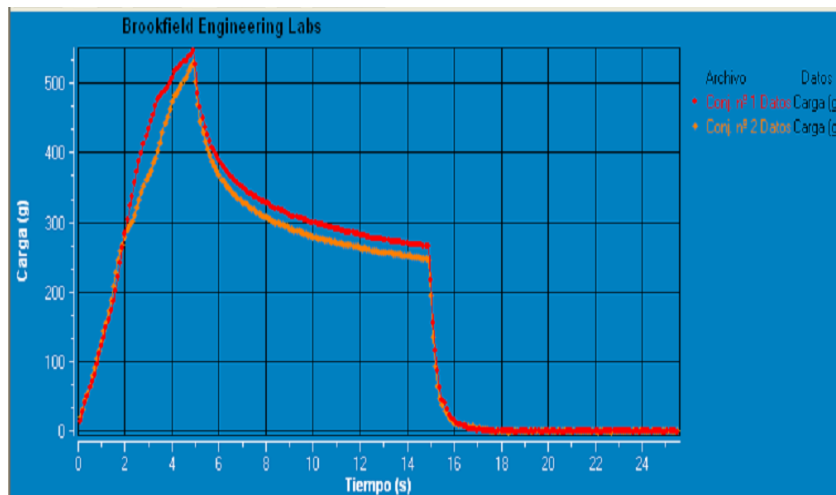
TRATAMIENTO 0

Figura F-21. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1 y Réplica 2: Día 1)



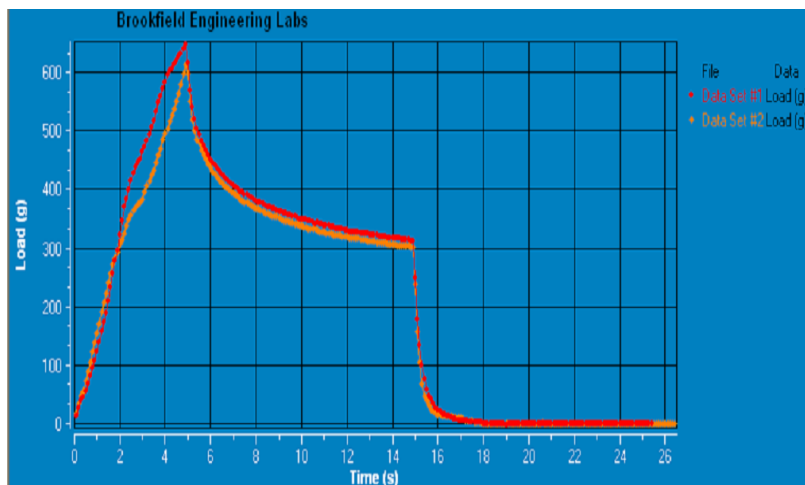
Fuente: Analizador de Textura CT3

Figura F-22. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1 y Réplica 2: Día 2)



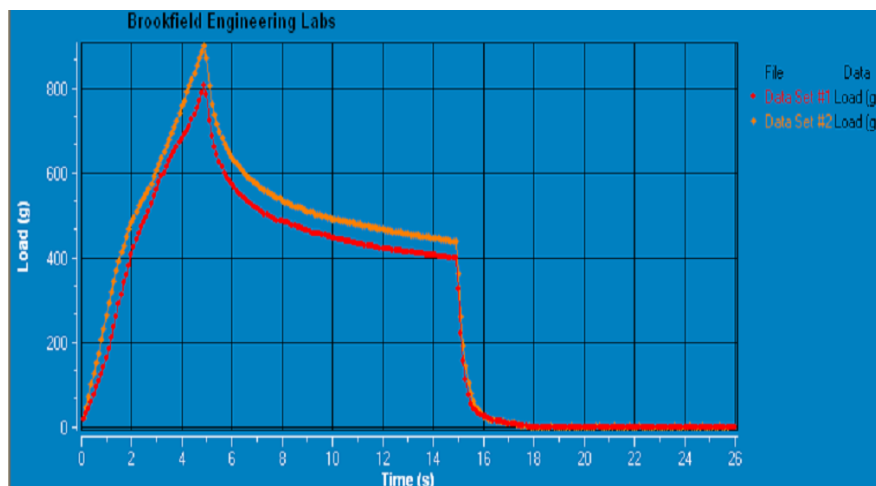
Fuente: Analizador de Textura CT3

Figura F-23. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1 y Réplica 2: Día 3)



Fuente: Analizador de Textura CT3

Figura F-24. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1 y Réplica 2: Día 4)



Fuente: Analizador de Textura CT3

TEXTURA DE PAN

TRATAMIENTO 41

Cuadro F-1. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1: Día 1)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name: Trigo nacional con		
Batch number: 1		
Sample Number: 1		
<u>Dimensions</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	28/06/2011	Test Time: 16:12:58
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle f:	383 g	
Deformation at Hardness:	9,87 mm	
Recoverable Deformation Cycle f:	3,98 mm	
Total Work Cycle f:	26,6 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F- 2. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 2: Día 1)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name: Trigo nacional con		
Batch number: 1		
Sample Number: 2		
<u>Dimensions</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	28/06/2011	Test Time: 16:23:53
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle f:	431 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle f:	3,55 mm	
Total Work Cycle f:	26,6 mJ	

Cuadro F-3. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1: Día 2)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo nacional con	
Batch number:	2	
Sample Number:	1	
<u>Dimensions</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	29/06/2011	Test Time: 15:09:15
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle f:	523 g	
Deformation at Hardness:	9,87 mm	
Recoverable Deformation Cycle f:	3,93 mm	
Total Work Cycle f:	33,5 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-4. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 2: Día 2)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo nacional con	
Batch number:	2	
Sample Number:	2	
<u>Dimensions</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	29/06/2011	Test Time: 15:16:10
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle f:	588 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle f:	3,95 mm	
Total Work Cycle f:	35,5 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-5. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1: Día 3)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo nacional con	
Batch number:	3	
Sample Number:	1	
<u>Dimensions</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	30/06/2011	Test Time: 17:52:59
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle t:	767 g	
Deformation at Hardness:	9,87 mm	
Recoverable Deformation Cycle t:	4,37 mm	
Total Work Cycle t:	47,4 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-6. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 2: Día 3)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo nacional con	
Batch number:	3	
Sample Number:	2	
<u>Dimensions</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	30/06/2011	Test Time: 17:56:13
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle t:	746 g	
Deformation at Hardness:	9,87 mm	
Recoverable Deformation Cycle t:	3,57 mm	
Total Work Cycle t:	41,5 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-7.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1: Día 4)

<u>Sample Description</u>	
Product Name: Trigo nacional con	Notes:
Batch number: 4	
Sample Number: 1	
Dimensions:	
Shape: Cylinder	
Length: 10,00 mm	
Width: 0,00 mm	
Depth: 25,00 mm	
<u>Test Method</u>	
Test Date: 01/07/2011	Test Time: 18:35:38
Test Type: Compression	Recovery Time: 5 s
Target: 10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time: 10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load: 5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed: 2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed: 2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles: 1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>	
Hardness Cycle t:	986 g
Deformation at Hardness:	9,85 mm
Recoverable Deformation Cycle t:	2,94 mm
Total Work Cycle t:	56,1 mJ

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-8.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 2: Día 4)

<u>Sample Description</u>	
Product Name: Trigo nacional con	Notes:
Batch number: 4	
Sample Number: 2	
Dimensions:	
Shape: Cylinder	
Length: 10,00 mm	
Width: 0,00 mm	
Depth: 25,00 mm	
<u>Test Method</u>	
Test Date: 01/07/2011	Test Time: 18:37:30
Test Type: Compression	Recovery Time: 5 s
Target: 10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time: 10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load: 5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed: 2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed: 2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles: 1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>	
Hardness Cycle t:	959 g
Deformation at Hardness:	9,85 mm
Recoverable Deformation Cycle t:	2,93 mm
Total Work Cycle t:	47,0 mJ

Fuente: Analizador de Textura CT3

TRATAMIENTO 42

Cuadro F- 9.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 1: Día 1)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo nacional con	
Batch number:	1	
Sample Number:	1	
<u>Dimensions</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	28/06/2011	Test Time: 18:41:25
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle f :	444 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle f :	2,95 mm	
Total Work Cycle f :	31,3 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-10.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearil lactilato de sodio (Réplica 2: Día 1)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo nacional con	
Batch number:	1	
Sample Number:	2	
<u>Dimensions</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	28/06/2011	Test Time: 18:45:20
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle f :	473 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle f :	3,55 mm	
Total Work Cycle f :	33,3 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-11.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1: Día 2)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo nacional con	
Batch number:	2	
Sample Number:	1	
<u>Dimensions:</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	29/06/2011	Test Time: 16 : 16:43
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle 1:	599 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle 1:	4,36 mm	
Total Work Cycle 1:	42,8 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-12.Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 2: Día 2)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo nacional con	
Batch number:	2	
Sample Number:	3	
<u>Dimensions:</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	30/06/2011	Test Time: 16 : 26:46
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle 1:	602 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle 1:	3,33 mm	
Total Work Cycle 1:	42,7 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-13. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1: Día 3)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo nacional con	
Batch number:	3	
Sample Number:	3	
Dimensions		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	30/06/2011	Test Time: 18:05:01
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle 1:	774 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle 1:	4,17 mm	
Total Work Cycle 1:	48,3 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-14. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 2: Día 3)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo nacional con	
Batch number:	3	
Sample Number:	4	
Dimensions		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	30/06/2011	Test Time: 18:07:37
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle 1:	830 g	
Deformation at Hardness:	9,85 mm	
Recoverable Deformation Cycle 1:	3,54 mm	
Total Work Cycle 1:	50,4 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-15. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 1: Día 4)

<u>Sample Description</u>	
Product Name: Trigo nacional con	Notes:
Batch number: 5	
Sample Number: 1	
Dimensions	
Shape: Cylinder	
Length: 10,00 mm	
Width: 0,00 mm	
Depth: 25,00 mm	
<u>Test Method</u>	
Test Date: 01/07/2011	Test Time: 18:39:26
Test Type: Compression	Recovery Time: 5 s
Target: 10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time: 10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load: 5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed: 2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed: 2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles: 1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>	
Hardness Cycle 1:	872 g
Deformation at Hardness:	9,84 mm
Recoverable Deformation Cycle 1:	3,96 mm
Total Work Cycle 1:	48,5 mJ

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-16. Texturómetro. Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 60ppm glucosa oxidasa + 150ppm estearoil lactilato de sodio (Réplica 2: Día 4)

<u>Sample Description</u>	
Product Name: Trigo nacional con	Notes:
Batch number: 5	
Sample Number: 3	
Dimensions	
Shape: Cylinder	
Length: 10,00 mm	
Width: 0,00 mm	
Depth: 25,00 mm	
<u>Test Method</u>	
Test Date: 01/07/2011	Test Time: 18:43:19
Test Type: Compression	Recovery Time: 5 s
Target: 10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time: 10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load: 5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed: 2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed: 2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles: 1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>	
Hardness Cycle 1:	1022 g
Deformation at Hardness:	9,85 mm
Recoverable Deformation Cycle 1:	2,93 mm
Total Work Cycle 1:	57,3 mJ

Fuente: Analizador de Textura CT3

TRATAMIENTO 0

Cuadro F-17. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1: Día 1)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name: Trigo importado		
Batch number: 2		
Sample Number: 2		
<u>Dimensions</u>		
Shape: Cylinder		
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	28/06/2011	Test Time: 17:02:29
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle t:	447 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle t:	3,54 mm	
Total Work Cycle t:	24,9 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-18. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 2: Día 1)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name: Trigo importado		
Batch number: 2		
Sample Number: 1		
<u>Dimensions</u>		
Shape: Cylinder		
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	28/06/2011	Test Time: 16:57:32
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle t:	402 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle t:	2,35 mm	
Total Work Cycle t:	18,9 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-19. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1: Día 2)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name: Trigo importado		
Batch number: 2		
Sample Number: 4		
Dimensions:		
Shape: Cylinder		
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	29/06/2011	Test Time: 16:08:09
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle 1:	547 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle 1:	4,76 mm	
Total Work Cycle 1:	33,6 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-20. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 2: Día 2)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name: Trigo importado		
Batch number: 2		
Sample Number: 3		
Dimensions:		
Shape: Cylinder		
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	29/06/2011	Test Time: 16:05:38
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle 1:	530 g	
Deformation at Hardness:	9,87 mm	
Recoverable Deformation Cycle 1:	5,57 mm	
Total Work Cycle 1:	31,2 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-21. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1: Día 3)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo importado	
Batch number:	4	
Sample Number:	2	
<u>Dimensions</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	30/06/2011	Test Time: 16:56:48
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle f:	613 g	
Deformation at Hardness:	9,85 mm	
Recoverable Deformation Cycle f:	6,18 mm	
Total Work Cycle f:	34,2 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-22. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 2: Día 3)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name:	Trigo importado	
Batch number:	4	
Sample Number:	3	
<u>Dimensions</u>		
Shape:	Cylinder	
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	30/06/2011	Test Time: 16:00:40
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle f:	648 g	
Deformation at Hardness:	9,87 mm	
Recoverable Deformation Cycle f:	6,20 mm	
Total Work Cycle f:	37,8 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-23. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 1: Día 4)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name: Trigo importado		
Batch number: 5		
Sample Number: 4		
Dimensions		
Shape: Cylinder		
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	01/07/2011	Test Time: 18:30:37
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle 1:	805 g	
Deformation at Hardness:	9,86 mm	
Recoverable Deformation Cycle 1:	5,75 mm	
Total Work Cycle 1:	45,9 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

Cuadro F-24. Texturómetro. Harina de trigo importado (Réplica 2: Día 4)

<u>Sample Description</u>		Notes
Product Name: Trigo importado		
Batch number: 5		
Sample Number: 1		
Dimensions		
Shape: Cylinder		
Length:	10,00 mm	
Width:	0,00 mm	
Depth:	25,00 mm	
<u>Test Method</u>		
Test Date:	01/07/2011	Test Time: 18:24:31
Test Type:	Compression	Recovery Time: 5 s
Target:	10,0 mm	Same Trigger: True
Hold Time:	10 s	Pretest Speed: 2 mm/s
Trigger Load:	5 g	Data Rate: 10 points/sec
Test Speed:	2 mm/s	Probe: TA4/1000
Return Speed:	2 mm/s	Fixture: TA-BT-KI
# of Cycles:	1	Load Cell: 10000g
<u>Results</u>		
Hardness Cycle 1:	900 g	
Deformation at Hardness:	9,85 mm	
Recoverable Deformation Cycle 1:	5,98 mm	
Total Work Cycle 1:	53,4 mJ	

Fuente: Analizador de Textura CT3

ANEXO G

FOTOGRAFÍAS

Fotografía G-1. Equipos utilizados para análisis

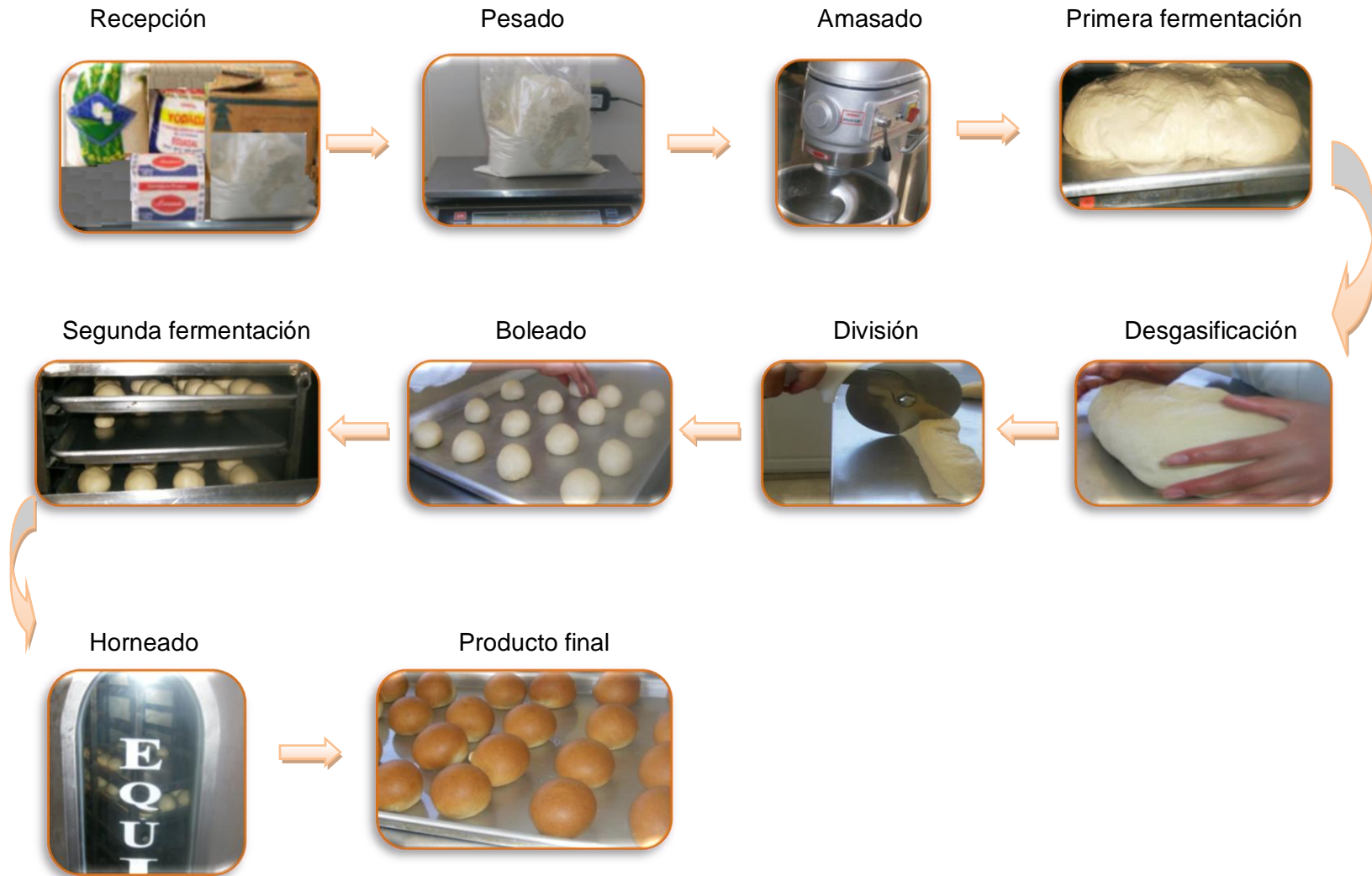
MIXOLAB



TEXTURÓMETRO



Fotografía G-2. Diagrama simplificado de elaboración de pan



PAN: MEJORES TRATAMIENTOS Y TRATAMIENTO CONTROL

Fotografía G-3. Trigo nacional cojitambo + 4% gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 100 ppm estearoil lactilato de sodio



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011.

Fotografía G-4. Trigo nacional cojitambo + 4% gluten + 60 ppm glucosa oxidasa + 150 ppm estearoil lactilato de sodio



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011.

Fotografía G-5. Trigo importado CWRS de la molinería Superior



Elaborado por: Miryam Álvarez, 2011.

ANEXO H

NORMA



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 Ecuatoriana	HARINA DE TRIGO ENSAYO DE PANIFICACIÓN	INEN 530 1980-12
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los métodos para determinar las características de panificación de la harina de trigo.</p> <p>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>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>3.3 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>3.4 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>3.5 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>3.6 Apariencia. Aspecto exterior del pan.</p> <p>3.8 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)

4.4.1Peso. 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:

4.5.1Color de la Corteza.

Dorado	15 puntos
Pálido	10 puntos
Muy pálido	5 puntos
Oscuro	0 puntos

4.5.2Apariencia y simetría.

Muy bueno	15 puntos
Bueno	10 puntos
Regular	5 puntos
Malo	0 puntos

4.5.3Sabor.

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. MÉTODO 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 0,1 g.

5.2 Reactivos.

5.2.1 Levadura. Disolver 12 g 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 86 g 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. Pasar por el moldeador, que debe graduarse

(Continúa)

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 MÉTODO

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 las 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:

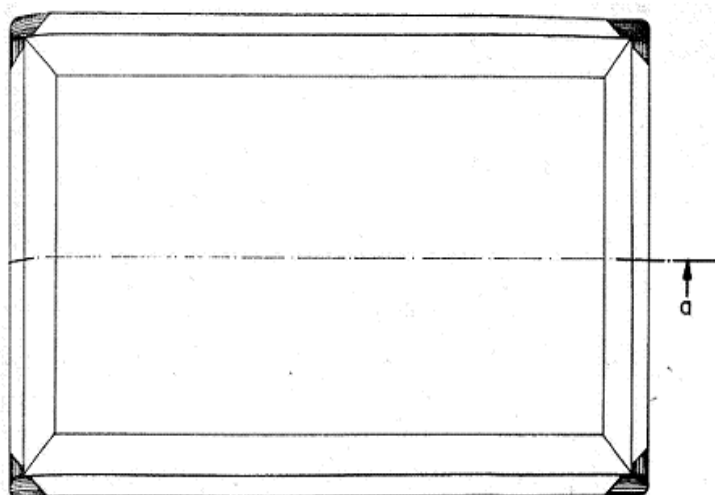
INTEGRANTES:

ORGANIZACIÓN REPRESENTADA:

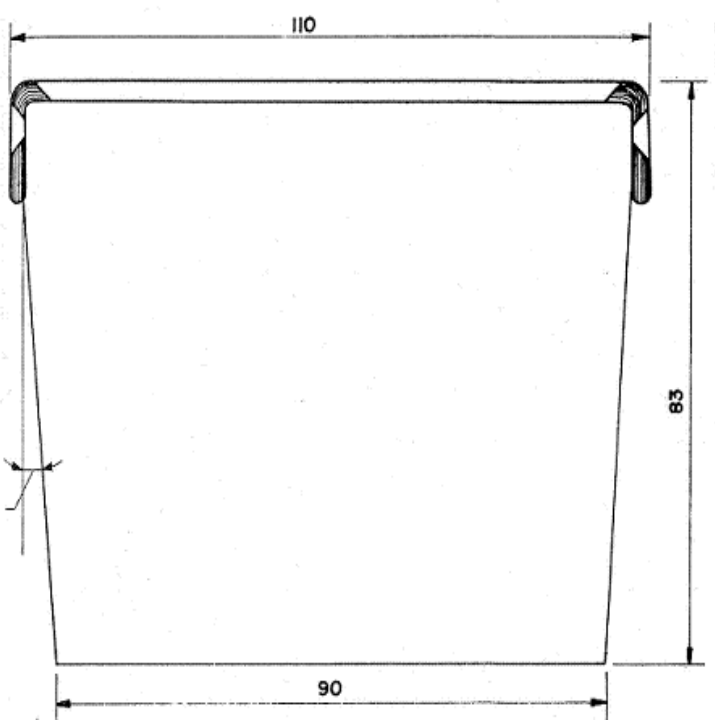
Sr. Patricio Hidalgo P.	MOLINEROS DE LA SIERRA
Sr. Godifrey Berry	INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
Sr. Gustavo Negrete	INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
Dra. Marlene de San Lucas	INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
Sr. Pedro Novillo	MICEI
Ing. Edgar Alvarado	MICEI
Ing. Poema Jiménez	MICEI (Guayaquil)
Sr. Rafael Clavijo	CENDES
Ing. César Cáceres	MAG
Sr. Wilfrido Llaguno	MAG (Guayaquil)
Ing. Jaime Gallegos	MAG
Ing. Peter Alter	FAO
Dr. Luis Vallejo	INSTITUTO NAC. DE NUTRICIÓN
Ing. Washington Moreno	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
TECNOLOGICAS (Guayaquil)	
Srta. Lourdes Chamorro	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
Sr. José Bueno	MOLINOS POULTIER
Dra. Iclea de Rodríguez	INSTITUTO IZQUIETA PEREZ
Sr. Rafael Aguirre	INEN
Ing. Iván Navarrete	INEN
Lic. María Eugenia de Mora	INEN
Dra. Leonor Orozco	INEN

Esta Norma fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, en sesión de 1980-12-11.

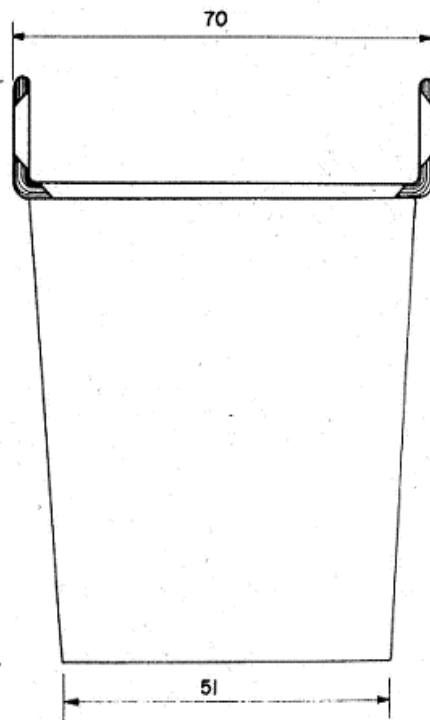
El Sr. Ministro de Industrias, Comercio e Integración autorizó y oficializó esta norma con el carácter de OBLIGATORIA, mediante acuerdo N° 220 de 1981-03-04, publicado en el Registro Oficial N° 418 de 1981-04-13.



Vista Superior



Vista Frontal



Vista Lateral

Molde para panificación (Estaño).