



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**“EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y FARINOGRÁFICA DE LA
HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) OBTENIDA EN LOS
PASAJES DE MOLIENDA DE LA INDUSTRIA “MOLINOS**

MIRAFLORES”

Trabajo de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Elaborado Por: María José Cazares Torres

Tutor: Ing. Mayra Paredes

Ambato – Ecuador

2011

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Mayra Paredes.

En mi calidad de Tutor, del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: **“EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y FARINOGRÁFICA DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) OBTENIDA EN LOS PASAJES DE MOLIENDA DE LA INDUSTRIA “MOLINOS MIRAFLORES”**, de la Egresada: María José Cazares Torres, estudiante de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato; considero que dicho trabajo investigativo 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, 6 de Junio del 2011

.....
Ing. Mayra Paredes.

TUTOR
AUTORÍA DE LA TESIS

Los criterios emitidos en el siguiente trabajo de investigación En mi calidad de Tutor, del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: “**EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y FARINOGRÁFICA DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) OBTENIDA EN LOS PASAJES DE MOLIENDA DE LA INDUSTRIA “MOLINOS MIRAFLORES”**”, así también como los contenidos, ideas, análisis, y propuestas, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, 6 de Junio del 2011

.....
María José Cazares Torres

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, 13 de Junio del 2011

Para constancia firman:

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo de Investigación va dedicado a todas las personas que nunca dejaron de creer en mí, me han apoyado y me siguen apoyando en cada etapa de mi vida.

A mi Esposo por ser una persona luchadora que me ha enseñado siempre a seguir adelante a pesar de las dificultades que se presenten en nuestro camino y sobre todo a saberlas enfrentar con mucha valentía y honor.

A mi Padre y mi Madre que siempre me conducen por el buen camino con su sabiduría de vida, en donde me han brindado las mejores etapas de mi vida.

A mis Hermanos por ser aquellos que desde muy pequeña han brillado por ser ejemplos de lucha, honestidad y sacrificio por lo que se desea.

A todas mis amigas y amigos que en la etapa estudiantil y de mi vida, han sido mi apoyo en los buenos y malos momentos demostrando así que son mis mejores amigos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme siempre nuevas oportunidades en los caminos de la vida para así aprender día a día lo maravilloso de la vida.

A la Facultad de Ingeniería en Alimentos y a todos mis profesores que generaron que la facultad se convierta en mi hogar durante mi periodo estudiantil ya que me vieron crecer, pasando la etapa de la adolescencia hasta convertirme en una mujer profesional.

A la Industria Molinos Miraflores que me ha apoyado para culminar el presente trabajo de investigación y por sobre todo brindarme el regalo más preciado en mi vida que fue el poder conocer a mi esposo por casualidades de la vida.

A la Ingeniera Mayra Paredes que a más de ser mi tutora en el trabajo de investigación durante un largo período de tiempo me ha sabido guiar no solamente en el ámbito profesional sino también a nivel personal convirtiéndose no solamente en mi guía sino también en mi amiga.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDOS

PÁG.

Portada	i
Aprobación del Tutor	ii
Autoría de la Tesis	iii
Aprobación por el tribunal de grado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice General	vii
Índice de Tablas	xi
Índice de Anexos	xii
Resumen Ejecutivo	xx

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema	1
1.2 Planteamiento del Problema	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis Crítico	4
1.2.3 Prognosis	5
1.2.4 Formulación del problema	7
1.2.5 Interrogantes	7
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación	8
1.3 Justificación	8

1.4 Objetivos	9
1.4.1 Objetivo General	9
1.4.2 Objetivos Específicos	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos	11
2.2 Fundamentación Filosófica	12
2.3 Fundamentación Legal	14
2.4 Categorías Fundamentales	14
2.4.1 Proceso de Molienda	15
2.4.2 Evaluación de las Características del Trigo	21
2.4.3 Controles en el Proceso de Molienda	25
2.4.4 Propiedades Farinográficas	28
2.4.5 Propiedades Físico-Químicas	33
2.4.6 Parámetros dentro de Estándares Panaderos	45
2.4.7 Controles y Parámetros de la Calidad del Pan	48
2.5 Hipótesis	51
2.6 Señalamiento de Variables	51

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad Básica de la Investigación	52
3.2 Modalidad de Investigación	52
3.3 Tipo de Investigación	53
3.4 Población y Muestra	53

3.4.1 Diseño Experimental	53
3.5 Operacionalización de Variables	55
3.6 Plan de Recolección de Información	57
3.7 Plan de Procesamiento de la Información	57

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis e Interpretación de Resultados	58
4.1.1 Análisis Físico - Químicos	59
4.1.2 Análisis Farinográfico	70
4.1.3 Análisis Sensorial, Físico-Químicos y Farinográficos	77
4.2 Verificación de Hipótesis	83

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	84
5.2 Recomendaciones	88

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos	89
6.2 Antecedentes de la Propuesta	90
6.3 Justificación	90
6.4 Objetivos	91
6.5 Análisis de Factibilidad	92

6.6 Fundamentación Científico-Técnico	94
6.7 Metodología Modelo Operativo	95
6.8 Administración	97
6.9 Previsión de la Evaluación	98
CAPÍTULO VII	
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	104

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1:	VARIABLE INDEPENDIENTE: VARIACIÓN SIGNIFICATIVA DE CADA PASAJE DEL PROCESO DE MOLIENDA	55
TABLA N°2:	VARIABLE DEPENDIENTE: EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y FARINOGRÁFICA DENTRO DE ESTÁNDARES	56
TABLA N°3:	CANTIDAD DE GLUTEN APORTADO POR CADA PASAJE A LA HARINA RESULTANTE (Kg/min)	60
TABLA N°4:	CANTIDAD DE CENIZAS APORTADOS POR CADA PASAJE A LA HARINA RESULTANTE (Kg/min)	63
TABLA N°5:	CANTIDAD DE HUMEDAD APORTADOS EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (Kg/min)	66
TABLA N°6:	CANTIDAD DE ALMIDONES DAÑADOS APORTADOS EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (Kg/min)	69
TABLA N°7:	ENSAYO DE FARINOGRAFÍA	71
TABLA N°8:	DATOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ENSAYO DE PANIFICACIÓN: PRUEBA VS TESTIGO	78
TABLA N°9:	PRESUPUESTO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA	93
TABLA N°10:	MODELO OPERATIVO (PLAN DE ACCIÓN)	96
TABLA N°11:	ADMINISTRACIÓN	97
TABLA N°12:	EVALUACIÓN	98

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A

TABLA A.1:	PRODUCCIÓN, EXPORTACIÓN Y STOCK MUNDIAL DE TRIGO.(MILLONES DE TONELADAS).	107
TABLA A.2:	CONSUMO PER CÁPITA APARENTE DE HARINA DE TRIGO EN ECUADOR AÑO AGRÍCOLA 1999.	108
TABLA A.3:	CONSUMO PER CÁPITA DE HARINA DE TRIGO (GRAMOS).	109
TABLA A.4:	CONSUMO PER CÁPITA DE HARINA, FIDEO Y PAN POR PROVINCIA (GRAMOS).	110
TABLA A.5:	PERFIL MICROBIOLÓGICO TÍPICO DE PAN.	111
TABLA A.6:	PORCENTAJE DE GLUTEN APORTADO POR CADA PASAJES A LA HARINA RESULTANTE.	112
TABLA A.7:	PORCENTAJE DE CENIZA OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA.	113
TABLA A.8:	PORCENTAJE DE HUMEDAD OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA.	114
TABLA A.9:	PORCENTAJE DE ALMIDONES DAÑADOS OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA.	115
TABLA A.10:	ENSAYO DE FARINOGRAFÍA: ESTABILIDAD DE LA HARINA OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (MIN).	116
TABLA A.11:	ENSAYO DE FARINOGRAFÍA: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LA HARINA OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (MIN).	117
TABLA A.12:	ENSAYO DE FARINOGRAFÍA: TIEMPO DE DESARROLLO DE LA HARINA OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (MIN).	118
TABLA A.13:	ENSAYO DE FARINOGRAFÍA: INDICE DE TOLERANCIA DE LA HARINA OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (UF).	119

TABLA A.14:	ENSAYO DE FARINOGRAFÍA: GRADO DE DECAIMIENTO A LOS 10MIN DE LA HARINA OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (UF)	120
TABLA A.15:	ENSAYO DE FARINOGRAFÍA: GRADO DE DECAIMIENTO A LOS 20MIN DE LA HARINA OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (UF)	121
TABLA A.16:	DATOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ENSAYO DE PANIFICACIÓN: TESTIGO	122
TABLA A.17:	DATOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ENSAYO DE PANIFICACIÓN: PRUEBA	123
TABLA A.18:	TABLA DE CONTINGENCIA: PARA EL COLOR DE LA CORTEZA	124
TABLA A.19:	TABLA DE CONTINGENCIA: PARA LA APARIENCIA Y SIMETRÍA	125
TABLA A.20:	TABLA DE CONTINGENCIA: PARA EL SABOR	126
TABLA A.21:	TABLA DE CONTINGENCIA: PARA EL COLOR DE LA MIGA	127
TABLA A.22:	TABLA DE CONTINGENCIA: PARA LA TEXTURA DE LA MIGA	128
TABLA A.23:	TABLA DE CONTINGENCIA: PARA EL GRANO DE LA MIGA	129

ANEXO B

FIGURA B.1:	MOLIENDA DE TRIGO POR PAÍS – AÑO 2003/ 2004. EN MILLONES DE TONELADAS ANUALES	132
FIGURA B.2:	SDMATIC	133

ANEXO C

GRÁFICO C.1:	DIAGRAMA DEL PROCESO DE MOLIENDA DE TRIGO	136
GRÁFICO C.2:	GRÁFICO DE CONTROL DE LA CANTIDAD DE GLUTEN APORTADO POR CADA PASAJES DE MOLIENDA	138
GRÁFICO C.3:	GRÁFICO DE CONTROL DE LA CANTIDAD DE CENIZAS APORTADO POR CADA PASAJES DE MOLIENDA	138
GRÁFICO C.4:	GRÁFICO DE CONTROL DE LA CANTIDAD DE HUMEDAD APORTADO POR CADA PASAJES DE MOLIENDA	139
GRÁFICO C.5:	GRÁFICO DE CONTROL DE LA CANTIDAD DE ALMIDONES DAÑADOS APORTADO POR CADA PASAJES DE MOLIENDA	139
GRÁFICO C.6:	GRÁFICO DE CONTROL DE LA ESTABILIDAD DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA	140
GRÁFICO C.7:	GRÁFICO DE CONTROL DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA	140
GRÁFICO C.8:	GRÁFICO DE CONTROL DEL TIEMPO DE DESARROLLO DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA	141
GRÁFICO C.9:	GRÁFICO DE CONTROL DEL INDICE DE TOLERANCIA DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA	141
GRÁFICO C.10:	GRÁFICO DE CONTROL DEL GRADO DE DECAIMIENTO A LOS 10MIN DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA (UF)	142
GRÁFICO C.11:	GRÁFICO DE CONTROL DEL GRADO DE DECAIMIENTO A LOS 20MIN DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA (UF)	142

GRÁFICO C.12:	ENSAYO DE PANIFICACIÓN: COLOR DE LA CORTEZA DE LA MUESTRA TESTIGO VS COLOR DE LA CORTEZA DE LA MUESTRA DE PRUEBA	144
GRÁFICO C.13:	ENSAYO DE PANIFICACIÓN: APARIENCIA Y SIMETRÍA DE LA MUESTRA TESTIGO VS APARIENCIA Y SIMETRÍA DE LA MUESTRA DE PRUEBA	144
GRÁFICO C.14:	ENSAYO DE PANIFICACIÓN: SABOR DE LA MUESTRA TESTIGO VS SABOR DE LA MUESTRA DE PRUEBA	145
GRÁFICO C.15:	ENSAYO DE PANIFICACIÓN: COLOR DE LA MIGA DE LA MUESTRA TESTIGO VS COLOR DE LA MIGA DE LA MUESTRA DE PRUEBA	145
GRÁFICO C.16:	ENSAYO DE PANIFICACIÓN: TEXTURA DE LA MIGA DE LA MUESTRA TESTIGO VS TEXTURA DE LA MIGA DE LA MUESTRA DE PRUEBA	146
GRÁFICO C.17:	ENSAYO DE PANIFICACIÓN: GRANO DE LA MIGA DE LA MUESTRA TESTIGO VS GRANO DE LA MIGA DE LA MUESTRA DE PRUEBA	146
GRÁFICO C.18:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R1” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring (CRWS)-10 Hard red Winter (HRW))	148
GRÁFICO C.19:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R1” DE LA MUESTRA (CRWS)	148
GRÁFICO C.20:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R1” DE LA MUESTRA (HRW)	149
GRÁFICO C.21:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R2” DE LA MUESTRA (90-10)	149
GRÁFICO C.22:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R2” DE LA MUESTRA (CRWS)	150
GRÁFICO C.23:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R2” DE LA MUESTRA (HRW)	150
GRÁFICO C.24:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R3” DE LA MUESTRA (90-10)	151

GRÁFICO C.25:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R3” DE LA MUESTRA (CRWS)	151
GRÁFICO C.26:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R3” DE LA MUESTRA (HRW)	152
GRÁFICO C.27:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R4” DE LA MUESTRA (90-10)	152
GRÁFICO C.28:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R4” DE LA MUESTRA (CRWS)	153
GRÁFICO C.29:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “R4” DE LA MUESTRA (HRW)	153
GRÁFICO C.30:	FARINOGRAMA DE PASAJE “Div1y2” DE LA MUESTRA (90-10)	154
GRÁFICO C.31:	FARINOGRAM DE PASAJE “Div1y2” DE LA MUESTRA (CRWS)	154
GRÁFICO C.32:	FARINOGRAMA DE PASAJE “Div1y2” DE LA MUESTRA (HRW)	155
GRÁFICO C.33:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “Div4” DE LA MUESTRA (90-10)	155
GRÁFICO C.34:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “Div4” DE LA MUESTRA (CRWS)	156
GRÁFICO C.35:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “Div4” DE LA MUESTRA (HRW)	156
GRÁFICO C.36:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “A” DE LA MUESTRA (90-10)	157
GRÁFICO C.37:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “A” DE LA MUESTRA (CRWS)	157
GRÁFICO C.38:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “A” DE LA MUESTRA (HRW)	158
GRÁFICO C.39:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “B” DE LA MUESTRA (90-10)	158
GRÁFICO C.40:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “B” DE LA MUESTRA (CRWS)	159

GRÁFICO C.41:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “B” DE LA MUESTRA (HRW)	159
GRÁFICO C.42:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “C” DE LA MUESTRA (90-10)	160
GRÁFICO C.43:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “C” DE LA MUESTRA (CRWS)	160
GRÁFICO C.44:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “C” DE LA MUESTRA (HRW)	161
GRÁFICO C.45:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “D” DE LA MUESTRA (90-10)	161
GRÁFICO C.46:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “D” DE LA MUESTRA (CRWS)	162
GRÁFICO C.47:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “D” DE LA MUESTRA (HRW)	162
GRÁFICO C.48:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “E” DE LA MUESTRA (90-10)	163
GRÁFICO C.49:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “E” DE LA MUESTRA (HRW)	163
GRÁFICO C.50:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “E” DE LA MUESTRA (CRWS)	164
GRÁFICO C.51:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “B2” DE LA MUESTRA (90-10)	164
GRÁFICO C.52:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “B2” DE LA MUESTRA (CRWS)	165
GRÁFICO C.53:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “B2” DE LA MUESTRA (HRW)	165
GRÁFICO C.54:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “F” DE LA MUESTRA (90-10)	166
GRÁFICO C.55:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “F” DE LA MUESTRA (CRWS)	166
GRÁFICO C.56:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “F” DE LA MUESTRA (HRW)	167

GRÁFICO C.57:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “G” DE LA MUESTRA (90-10)	167
GRÁFICO C.58:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “G” DE LA MUESTRA (CRWS)	168
GRÁFICO C.59:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “G” DE LA MUESTRA (HRW)	168
GRÁFICO C.60:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “H” DE LA MUESTRA (90-10)	169
GRÁFICO C.61:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “H” DE LA MUESTRA (CRWS)	169
GRÁFICO C.62:	FARINOGRAMA DEL PASAJE “H” DE LA MUESTRA (HRW)	170
GRÁFICO C.63:	FARINOGRAMA DE LA HARINA TESTIGO DE LA CUAL SE ELABORÓ EL PAN	171
GRÁFICO C.64:	FARINOGRAMA DE LA HARINA PRUEBA DE LA CUAL SE ELABORÓ EL PAN	171

ANEXO D

ANEXO D.1:	METODOLOGÍA DE LA DETERMINACIÓN DE HUEMDAD SEGÚN LA NORMA INEN 1 235	174
ANEXO D.2:	METODOLOGÍA DE LA DETERMINACIÓN DE CENIZA SEGÚN LA NORMA INEN 520	181
ANEXO D.3:	METODOLOGÍA DE LA DETERMINACIÓN DE GLUTEN SEGÚN LA NORMA INEN 529	185
ANEXO D.4:	METODOLOGÍA DEL ENSAYO DE FARINOGRAFÍA	193
ANEXO D.5:	METODOLOGÍA DEL ENSAYO DE ALMIDÓN DAÑADO	196
ANEXO D.6:	METODOLOGÍA DE LA DETERMINACIÓN DE ENSAYO DE PANIFICACIÓN SEGÚN LA NORMA INEN 530	200
ANEXO D.7:	HOJA DE CATA	210

ANEXO E

ANEXO E.1:	FOTOGRAFÍAS DE LA ELABORACIÓN DEL PAN	213
ANEXO E.2:	FOTOS DE LOS RESULTADOS Y COMPARACIÓN CUALITATIVA DE LOS PANES: TESTIGO (MUESTRA 1) VS PRUEBA (MUESTRA 2)	215

RESUMEN EJECUTIVO

Introducción

El trabajo de investigación aplicada comprende dos partes, siendo la primera: identificar causas asignables durante el proceso de fabricación de harina de trigo, para ello se evaluaron las características físico-químicas de las harinas de trigo (*triticum aestivum*), obtenidas en los distintos pasajes de molienda de la industria "MOLINOS MIRAFLORES", con el fin de conocer el porcentaje de gluten, el porcentaje de cenizas, el porcentaje de humedad y el porcentaje de almidones dañados, los cuales muestran el comportamiento de la harina como el poder de elasticidad, la delicadeza y la absorción de agua. La segunda parte consta en realizar evaluaciones farinográficas con el fin de conocer el poder de absorción, el tiempo de amasado que tolera la harina y el tiempo de estabilidad del amasado que la harina va tomando de acuerdo al proceso continuo de molienda basándose los análisis según las normas INEN respectivas.

Consecuentemente, siendo la molienda un proceso continuo se optó por utilizar gráficos de control que muestran las representaciones gráficas de los valores de una característica resultado de un proceso. Su aplicación en los procesos industriales es muy importante, sirviendo como herramienta útil para identificar el lugar exacto del problema de la disminución de la calidad de la harina.

Obteniendo como resultados los siguientes: en los primeros pasajes de molienda la harina tiene mejor calidad y cantidad de componentes, en cambio los últimos pasajes sucede lo contrario, por lo que, al redistribuir, purificar e incluir la revisión del cernido en uno de los últimos pasajes de mayor problema en cuanto a calidad y que posee un menor flujo se logró mejorar la calidad de la harina panadera.

Las muestras utilizadas para la experimentación fueron: 100% Canadian red wheat spring (CRWS), 100% Hard red Winter (HRW) y una mezcla muy utilizada por el “MOLINO MIRAFLORES” 90-10 (90% CRWS -10% HRW).

Se aplicó un diseño experimental de un factor, el cual permitió comparar los “tratamientos” experimentales como fueron: Muestra 1, muestra testigo, es decir harina de trigo obtenida por molienda antes de haber identificado las causas asignables: Muestra 2, muestra de prueba, es decir el producto que se ha obtenido luego de haber controlado las causas asignables del proceso de molienda. Dando como resultado una mejora sorprendente tan solo con redistribuir el último pasaje de molienda (“H”), siendo calificado por 12 catadores asignando una escala sugerida según la norma INEN 530 y confirmado mediante análisis igualmente físico-químicos y farinográficos.

Importancia del Estudio

El trabajo de investigación posee una importancia absoluta ya sea para la empresa MOLINOS MIRAFLORES como los molinos nacionales en general, debido a que, al realizar los distintos análisis tanto físico-químicos como farinográficos se puede observar claramente por medio de gráficos de control el comportamiento secuencial de la molienda, y puede dar una idea clara de lo que sucede con el trigo paso a paso.

Al crear límites de control a nivel de producción tomando en cuenta el flujo circulante se puede identificar fallas en los bancos de molienda, en el proceso de distribución y purificación de la harina los cuales incluyen el proceso de cernido de los pasajes o el resto del proceso de molienda en general, de igual manera identifica las fallas de los operarios de esta sección, caso que se podría prevenir si se realizara capacitaciones para el personal y así evitar la disminución de la calidad de la harina panadera.

Al tomar en cuenta todas las características de las fracciones de trigo, este puede ayudar a tomar la decisión correcta de dar mantenimiento a las máquinas de forma continua, cambiar piezas o definitivamente invertir en maquinaria nueva, que a más de corregir las fallas encontradas, la empresa se va modernizando y por tal razón genera mayor rendimiento.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA:

“EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y FARINOGRÁFICA DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) OBTENIDA EN LOS PASAJES DE MOLIENDA DE LA INDUSTRIA “MOLINOS MIRAFLORES”

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

Contextualización Macro

A nivel mundial el trigo es uno de los tres cereales más producidos, junto con el maíz y el arroz, y a su vez, el más consumido por los países. El grano de trigo es utilizado para hacer harina blanca, harina integral, sémola, y una gran variedad de productos alimenticios como: pan, galletas, tortas, pastas; otra parte es destinada a la alimentación animal y el restante se utiliza en la industria de cerveza, licores, papel y gomas o como semilla.

Entre los primeros productores de trigo son la Unión Europea-25 (16.4%), China (15.6%), India (12.6%), EE.UU. (11.4%) y Rusia (11%). Argentina participó con el 2.7% de la producción mundial de trigo en la campaña 2003/2004. Como se observa en la Tabla A.1. la producción mundial de trigo alcanzó en la campaña 2003/2004, los 550 millones de toneladas, con una proyección del 7% para el 2004/2005. Durante la

campana 2003/2004, el comercio mundial de trigo se estimó en 102 millones de toneladas, lo que representa el 18.5 % de la producción mundial.

En Europa hay dos especies de trigo mayoritarias: el trigo blando y el trigo duro. La principal diferencia entre estas especies radica en que cuando se muele el trigo blando se obtiene la harina y cuando se muele el trigo duro se obtiene la sémola o semolina (que es algo más fina que la sémola). Para el año 2005, la producción anual de trigo en la Unión Europea fue de 123,11 millones de toneladas (Ton). Francia, Alemania, Reino Unido, Polonia e Italia tienen los más altos valores de producción de trigo dentro de la Unión Europea.

En ese mismo año, Francia alcanzó un valor de producción de 36,84 millones de toneladas (Ton); Alemania 23,69 millones de toneladas (Ton); Reino Unido 14,87 millones de toneladas (Ton); Polonia 8,77 millones de toneladas (Ton) e Italia 0,79 millones de toneladas (Ton), según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), que se muestra en la figura B.1.

Contextualización Meso

Según el proyecto SICA-BM/MAG-Ecuador, la producción nacional de trigo es cada vez más escasa, situación que ha llegado al punto de que en el año 2002 el Ecuador importó aproximadamente el 96,5%, es decir 450.000 toneladas/ año.

En el año 2000, el Ecuador importó 414.106 tm, cuyo precio fue de US\$ 65.095.000, mientras que hasta abril del año 2001 importó 217.777tm, con un precio de US\$ 35.838.000.

El porcentaje de trigo que satisfizo la demanda nacional del Ecuador durante el período de 1991 al 2000 provino mayoritariamente de la importación, especialmente de Canadá 25,04%, de los Estados Unidos 54,

61% y Uruguay 6,21% que había sido el proveedor tradicional del Ecuador. En 1998, cambió la participación de los países de donde se trae el cereal, Canadá 47%, seguido de Estados Unidos 28% (en años anteriores el mayor proveedor del país), y Uruguay 17%.

Las tendencias opuestas de producción y consumo han creado un déficit creciente, que ha generado la importación de trigo en cantidades significativas, lo que podría deberse a cuatro factores principales que determinan la demanda del trigo como: el crecimiento demográfico, la urbanización, el aumento de los ingresos y los precios al consumidor. El incremento de la urbanización en el Ecuador, ha estimulado la demanda de alimentos de consumo fácil, como el pan. La harina de trigo que obtiene el consumidor en forma de pan, fideos, etc., proviene de la mezcla de trigo nacional e importado. (www.sica.gov.ec)

En 1999 como se observa en la Tabla A.2., el valor per cápita se incrementó en pequeñas cantidades llegando a 97.96 gramos, según datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, lo que sugiere que no existe una variación evidente del consumo de harina de trigo en el transcurso de estos años.

Contextualización Micro

Como se aprecia en la Tabla A.3., el consumo per cápita de harina de trigo en 6 provincias del Ecuador es de 89.47 gramos, mayor en áreas urbanas que rurales. Es mayor en las provincias de la Sierra, luego las de la Costa y menor consumo hay en las provincias de la Región Amazónica, especialmente en Napo cuyo consumo es de 22.49 gramos.

Como se aprecia en la Tabla A.4., tomando como ejemplo algunas provincias del Ecuador se puede apreciar el consumo de harina, pan y fideo, en donde se resalta que el mayor consumo de pan fue en la provincia de Tungurahua con un consumo de 92,46 gramos per cápita.

1.2.2. Análisis Crítico

El consumo per cápita de trigo en el Ecuador ha tenido en los últimos años una tendencia decreciente, a partir de 1997, sin embargo aún no ha llegado a sus valores mínimos de 1993 que bordea los 22 kg per cápita cada año. Actualmente en el año 2009 está en 38 kg per cápita cada año. (Asociación Ecuatoriana de Molineros ASEMOL (ALIM 2008)).

Debido a la demanda existente de harina de trigo para realizar productos de panadería y pastelería se ha visto la necesidad de estudiar maneras adecuadas para crear un tipo de harina mejor a la que se produce actualmente en la industria "MOLINOS MIRAFLORES".

Por tal situación, para obtener una harina panadera de buena calidad que muestre mejores características se tuvo como propuesta, evaluar la calidad de la harina obtenida en cada pasaje del proceso de molienda de la industria "MOLINOS MIRAFLORES" para identificar problemas y analizar posibles soluciones.

La evaluación se realizó mediante un estudio profundo que se basa en el seguimiento secuencial de las características farinográficas, porcentajes de almidón dañado y físico-químicas en cada una de las harinas de los pasajes involucrados en la obtención de la harina panadera para así poder redistribuir y purificar varios procesos que ocasiona una disminución de la calidad del producto.

Árbol de Problemas

EFFECTOS

Parámetros Farinográficos dentro de estándares. Mejoramiento de la calidad de la harina Optimización de recursos

EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y FARINOGRÁFICA DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) OBTENIDA EN LOS PASAJES DE MOLIENDA DE LA INDUSTRIA “MOLINOS MIRAFLORES”

CAUSAS

Evaluación de las características de cada etapa del proceso de molienda Mayor control del proceso de molienda Bajo rendimiento de producción

Elaborado por: Ma. José Cazares T, 2010

1.2.3. Prognosis

La determinación de las cenizas constituye uno de los mejores métodos para comprobar la eficacia del proceso de molienda y calidad del trigo. Las cenizas de una determinada harina puede dar una idea del porcentaje de salvado o elementos que él contiene, arrojando residuos minerales. El resultado del análisis dará una orientación acerca del tamaño de las partículas que constituyen esas cenizas, siendo un indicativo exacto del grado de contaminación. Por lo tanto cuanto más bajas sean las cenizas, tanto más eficaz es la molienda, pero hay que resaltar que cenizas bajas no

tienen relación con la calidad panadera. Las cenizas están formadas principalmente por calcio, magnesio, sodio, potasio, etc.

La farinografía mide la consistencia de la masa por medio de la utilización del farinógrafo que mide la fuerza necesaria para mezclar la harina 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 condiciones de prueba invariables.

El gluten es una proteína de almacenamiento (ergástica) amorfa que se encuentra en la semilla de muchos cereales. Representa el 80% de las proteínas del trigo y está compuesta de gliadina y glutenina, siendo esta última la responsable de la elasticidad de la masa, lo que permite su fermentación así como la consistencia elástica y esponjosa de panes y masas horneadas.

La humedad nos indica la cantidad de agua presente en la harina.

La cantidad de almidón dañado presente en la harina va a influenciar su comportamiento en la panificación. Dando ciertas características como:

- Aumentar la absorción farinográfica de agua
- Facilitar la acción de las amilasas
- Incrementar la producción de gas
- Aumentar la coloración de la corteza

Mediante los distintos análisis tanto físico-químicos como farinográficos se puede medir las características adquiridas en las distintas etapas de molienda del trigo para así tener una harina de buena calidad. En el caso de la Industria Molinos Miraflores, se requiere dichos análisis con el fin de observar alguna alteración que pueda modificar la calidad final del producto, por lo tanto en el caso de no realizarse dicho proyecto la empresa no podría

detectar fallas en el proceso de molienda y así no encontrar soluciones para su problema.

1.2.4. Formulación Del Problema

¿Evaluar las características de los pasajes de molienda de la industria “MOLINOS MIRAFLORES” para la obtención de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) permite obtener parámetros farinográficos dentro de estándares?

1.2.5. Interrogantes

- ¿Con la evaluación físico-químicas y farinográficas de los distintos pasajes de molienda para obtener la harina de trigo se identificará problemas en la molienda?
- ¿Al evaluar las propiedades físico-químicas y farinográficas de las distintas harinas obtenidas en cada pasaje de molienda se podrá tener mayor control en el proceso para mejorar la calidad del producto?
- ¿Con la evaluación físico-químicas y farinográficas de las distintas harinas obtenidas en cada pasaje de molienda se podrá optimizar el proceso de molienda?
- ¿Al identificar el pasaje de molienda problema que disminuye la calidad de la harina panadera se podrá tomar alguna acción correctiva?
- ¿Al tomar alguna acción correctiva con el pasaje problema la harina mejorara sus características farinográficas y físico-químicas?
- ¿Con buenas características farinográficas, y físico-químicas la harina de trigo podrá cumplir todas las necesidades de los clientes?

1.2.6. Delimitación del objetivo de investigación

Categoría	:	Industria del Trigo
Subcategoría	:	Procesamiento
Área	:	Harina Panificable
Sub-área	:	Reología y Físico-Químicos
Problema	:	Mejorar las características de la harina "MIRAFLORES"
Delimitación espacial y geográfica	:	Industria "MOLINOS MIRAFLORES" y laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

1.3. JUSTIFICACIÓN

La investigación tiene como finalidad evaluar las propiedades físico-químicas y farinográficas de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida en los distintos pasajes de molienda de la industria "MOLINOS MIRAFLORES", para así identificar fallas en el proceso y buscar posibles soluciones que mejoren las características de calidad de la harina panadera para los consumidores generando un producto de excelente calidad.

Por el hecho de que existen varias industrias molineras productoras de harina de trigo para panadería a nivel nacional e incluso a nivel internacional, la industria MOLINOS MIRAFLORES mejora cada vez más la calidad de su harina para ser aún más competitivos a nivel nacional y mantener su prestigio por ser una de las molinerías antiguas que continúa funcionando de una manera óptima sin perder su calidad de producto elaborado, realizando la ejecución de cambios en el proceso de obtención de la harina y así lograr las mejores características farinográficas y físico-químicas del producto.

La razón de hacer las evaluaciones farinográficas y físico-químicas es debido a que demuestran la calidad de la harina a nivel global, los análisis

farinográficos permiten predeterminar el uso correcto de una harina en panadería debido a que indica el poder de absorción, el tiempo de amasado que tolera la harina y el tiempo de estabilidad del amasado para dar una masa de buenas características, en cambio los análisis físico-químicos tenemos: el porcentaje de gluten, el porcentaje de cenizas y el porcentaje de almidones dañados, los cuales dan las características del poder de elasticidad, la delicadeza de la harina y la absorción de agua.

La mejoría del producto beneficia tanto a la empresa como al cliente obteniendo un aumento de rendimiento del producto al igual que aumenta los beneficios económicos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar las características físico-químicas y farinográficas de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida en los pasajes de molienda de la industria “MOLINOS MIRAFLORES” para mejorar la calidad de la harina para productos de panadería.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los factores que contribuyen a disminuir la calidad de la molienda para la obtención de harina de trigo de buena calidad para productos de panadería.
- Realizar análisis farinográficos y físico-químicos de cada uno de los pasajes de molienda de la industria “MOLINOS MIRAFLORES” para la obtención de la harina de trigo.

- Proponer soluciones para mejorar la molienda para la obtención de una harina de trigo de mejores características farinográficas de la industria “MOLINOS MIRAFLORES”.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se ha encontrado información que muestra la importancia del análisis farinográfico y físico-químico tanto en el proceso de molienda como en el proceso de elaboración de productos de panadería.

Según A. Calderón; I. Campaña; M. Cardós; M.C. Puppo; C. Ferrero; M. C. Añón (2006), en el estudio de la “Evaluación de Calidad de Diferentes Fracciones de Trigo Obtenidas en los Distintos Pasajes del Proceso de Molienda”, la molienda de trigo es un proceso complejo que implica diferentes pasajes que están diseñadas para optimizar la calidad del producto final. El conocimiento de las características fisicoquímicas de cada fracción: Roturas (R), Sadores (S), Primeros Lisos (PL), Últimos Lisos (UL) permite optimizar la molienda para mejorar el rendimiento y calidad de las mismas. Por lo que mediante el conocimiento de la composición y naturaleza de las proteínas presentes en cada fracción es posible ajustar las condiciones de molienda para ser utilizada en diversos alimentos a base de trigo.

N. Ponzio; M.C. Puppo; C. Ferrero (2007), en el estudio de “Parámetros Reológicos de Masas de Harinas de Trigo de Variedades Puras y sus Mezclas: Relación Con La Calidad Panadera”, mostraron harinas comerciales, compuestas por una mezcla de dos o más variedades de trigo, lo que permite al molinero ofrecer un producto de calidad constante. Para evaluar la calidad panadera de estas mezclas es necesario hacer ensayos específicos (farinograma, alveograma, de panificación) ya que generalmente

no se dispone de la composición de la mezcla de trigos que forman la harina y no es predecible su comportamiento. La utilización de mezclas de variedades puras en proporciones conocidas permitiría predecir la calidad de una harina comercial. En la predicción de dicha calidad resultan de importancia diversos ensayos reológicos empíricos.

A. León, G. Barrera, G. Pérez, P. Ribotta, C. Rosell (2005) en el estudio de la “Influencia del Contenido de Almidón Dañado en las Harinas sobre el Envejecimiento del Pan”, los resultados muestran que las harinas con mayor contenido de almidón dañado tienen una menor entalpía de gelatinización, una mayor entalpía de fusión del complejo amilosa-lípido y una menor viscosidad en el viscoanalizador. La retrogradación de la amilopectina y la firmeza de la miga son mayores en los panes elaborados con harinas con mayores niveles de almidón dañado en los primeros tiempos del almacenamiento, mientras que las diferencias disminuyen hacia el final del almacenamiento.

Torro, C, P.D.Ribotta, M.H. Morcillo, O.J. Rubiolo, G. T. Pérez y A. E. León (2003), en el estudio de la “Influencia del Contenido de Almidón Dañado sobre la Calidad Galletitera en Harinas de Triticale”, los resultados mostraron que el incremento en el porcentaje de almidón dañado produjo un aumento en el índice de retención de agua alcalina y en la capacidad de retención de carbonato de sodio, pero no se observó el correspondiente deterioro de la calidad galletitera. Esta falta de asociación indica que otros factores, tales como las proteínas, no inciden en los índices de retención pero si sobre la calidad galletitera.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La investigación científica es un proceso de ejercicio del pensamiento humano que implica la descripción de aquella porción de la realidad que es objeto de estudio, la explicación de las causas que determinan las particularidades de su desarrollo, la aproximación predictiva del

desarrollo de los fenómenos estudiados, la valoración de las implicaciones ontológicas de los mismos, así como la justificación o no de su análisis. (Triviños, 1991)

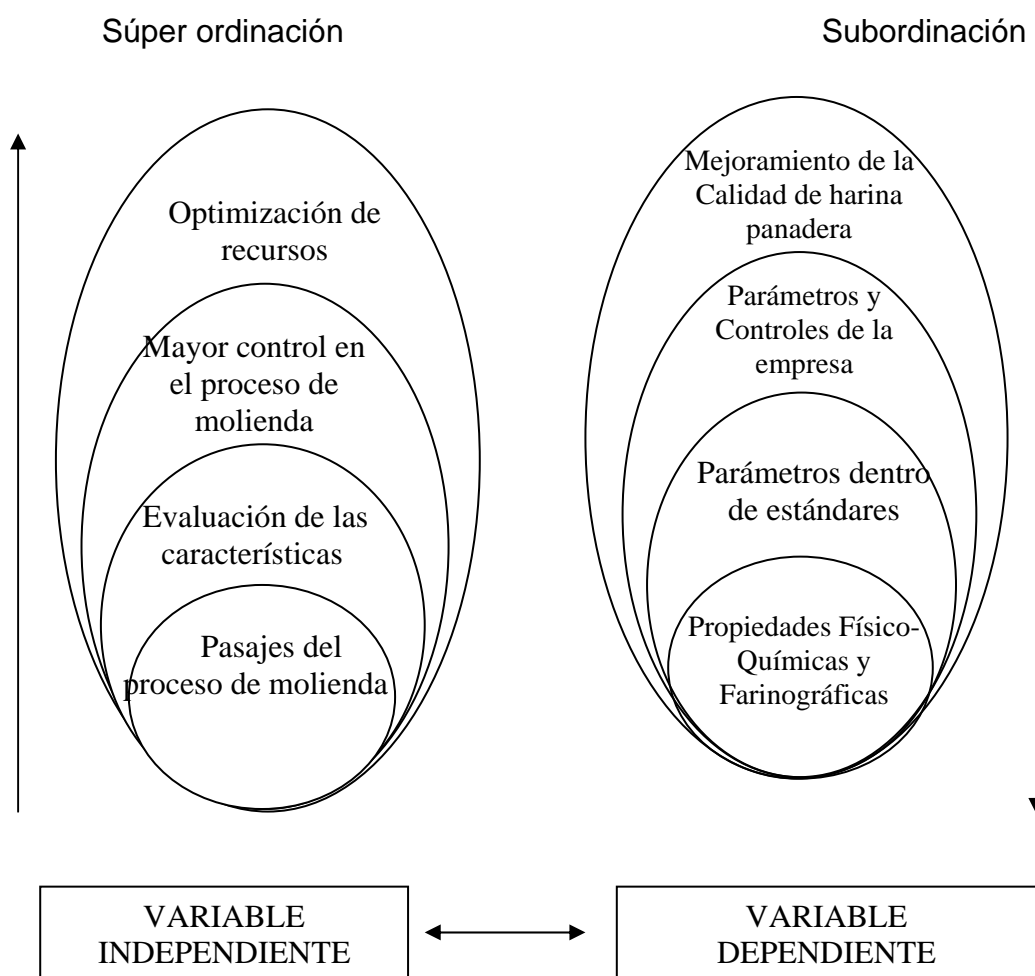
Es por tanto un acto creativo y constructor de una nueva realidad que anteriormente no tenía existencia propiamente dicha, al menos en la forma en que emerge de las manos de su creador, es decir, el investigador. Por tal motivo para emprender la labor investigativa se presupone partir de determinadas premisas filosóficas y epistemológicas que faciliten la justa comprensión de la tarea que se ejecuta con todos sus riesgos, potencialidades, obstáculos, méritos, logros, etc.

Por tal razón el enfoque que se orienta en la presente investigación se basa en un paradigma Positivista, en donde, indica una manera de concebir la ciencia, el cual se identifica con la verdad demostrada a través de hechos empíricamente verificables. Los hechos eran objeto de ciencia, los valores considerados como expresiones culturales, no podían constituirse en un conocimiento científico. (Triviños, 1991) plantea que, basados en las características de los criterios de verdad de esta corriente, no se puede desconocer que el positivismo, a través de sus diferentes momentos, ha alcanzado avances significativos en el desarrollo del conocimiento, por lo que el siglo XX presencié dos grandes principios, el de la incertidumbre, asociado a Heisemberg, y el de la relatividad, asociado a Einstein, que transformaron las bases del paradigma clásico desde el punto de vista de las relaciones sujeto/objeto y de la existencia de una única perspectiva dominante

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Humedad	Norma INEN 1 235	Ver Anexo D1
Cenizas	Norma INEN 520	Ver Anexo D2
Gluten	Norma INEN 529	Ver Anexo D3
Farinografía	Manual de farinógrafo (Tesis N° 310)	Ver Anexo D4
Almidón Dañado	Medcalf y Gilles	Ver Anexo D5
Ensayos de Panificación	Norma INEN 530	Ver Anexo D6

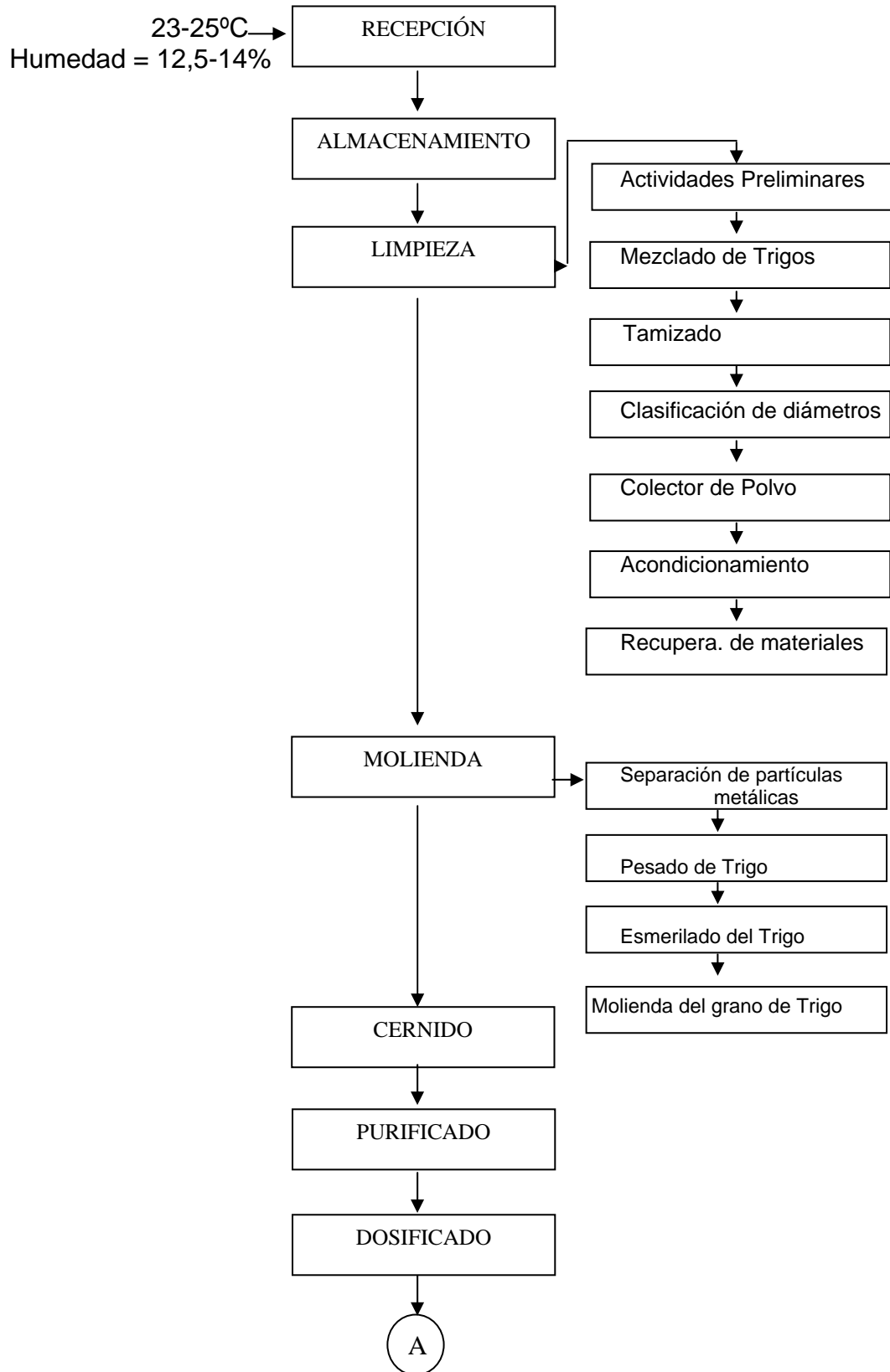
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

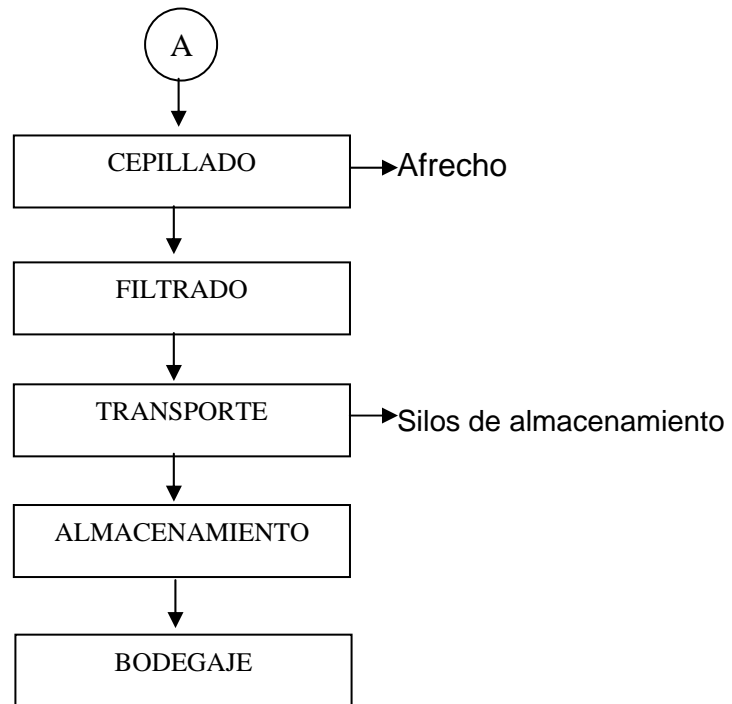


Elaborado por: Ma. José Cazares T, 2010

2.4.1. PROCESO DE MOLIENDA

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA DE TRIGO





Elaborado por: Ma. José Cazares T, 2010

DETALLE DEL PROCESO

Recepción.- Se recibe el trigo en los distintos carros de transporte los cuales son pesados al inicio y al final de la descarga de la materia prima, dicha materia prima viene a una temperatura de 23-25°C y con una humedad del 12,5 a 14%

Almacenamiento.- En el respectivo almacenamiento se evalúa la temperatura a la que está el trigo para dar el respectivo tratamiento, ya que, se disminuye la temperatura a los 18°C y la baja a los 12 - 13%.

Limpieza

1. Actividades Preliminares.- El trigo es enviado por un sistema de transporte el cual se interconecta con los silos.

2. Mezclado de Trigos.- En el mezclado de trigos para que funcione correctamente se debe calibrar el sistema para luego pasar por un sistema de zarandas.
3. Tamizado.- Se efectúa la separación de las impurezas (son eliminadas por medio de un sistema de aspiración) y granos de diferentes diámetros los cuales son transportados a través de cribas.
4. Separadora de Discos.- En esta sección, se separa completamente todo con diámetros iguales, para ello se regula las válvulas de desfogue y se regula la cantidad de aire de succión.
5. Sistema Colector de Polvo.- Todas las impurezas son recogidas y procesadas para pasar a formar parte del afrecho.
6. Acondicionamiento.- Sirve para la mejor separación del endospermo del pericarpio, en donde, se tienen que tomar en cuenta la humedad según el tipo de harina a fabricarse y se lo realiza en el equipo myfa, para luego ser pasado a las tolvas de reposo que permanecen de 16 a 24horas.
7. Recuperación de materiales no aptos para la molienda.- En dicho punto se hace referencia a que se minimizan las pérdidas de fabricación al 0,5%.

Molienda

1. Separación de Partículas Metálicas.- Para ingresar a la molienda se pasa por un sensor detector de partículas metálicas para separarlas de la harina, lo cual siempre se lo ejecuta por causa de prevención.
2. Pesado de Trigo.- El trigo es pasado por una balanza automática en donde indica la cantidad de materia a procesarse.

3. Esmerilado del Trigo.- En dicho proceso, se raspa al trigo y se retira las barbillas del grano para luego ser sacudido y expulsar el polvo, además se elimina posibles huevecillos de plagas presentes en el grano.
4. Molienda del grano de Trigo.- El grano es fracturado, raspado por los cilindros de rotura y separado el pericarpio del endospermo gracias a los cuchillos longitudinales o estrías con un ángulo de inclinación específica estrictamente diseñado para el tipo de trigo a moler.

El proceso de rotura se hace en 4 pasos obteniéndose así productos semielaborados como la sémola la cual es reducida a harina y clasificada de acuerdo a la calidad a producirse. Los controles de rotura son fundamentales para mantener un nivel equilibrado entre extracción y ceniza. En las reducciones se debe controlar el sobrecalentamiento, ya que se daña la proteína y existe un exceso de deshidratación. Para obtener un cierto tipo de tamaño de partícula se controla la carga o caudal de entrada del producto.

Cernido.- Se separa según el diámetro de la partícula mediante una serie de telares específicos que se disponen en las 8 gavetas del *Planchister Senior*, posteriormente será cernido en el *Reposador* en donde se homogeniza la calidad del producto.

Los productos que son retenidos por el tamiz son distribuidos a los pasos de molienda siguiente para realizar su afinación, los productos retenidos de las primeras moliendas de reducción serán enviados a la etapa de purificación.

Purificación.- Se retira cualquier partícula de pericarpio que se encuentre adherida a la sémola de las primeras roturas y reducciones para que el pericarpio no sea convertido en harina sino va a ser dirigido al afrecho. Para

que la harina sea más pura se debe regular las válvulas de acción neumática.

Dosificación de aditivos y vitaminas.- Los aditivos mejoran las cualidades plásticas y fermentativas de la harina (depende del tipo de trigo, de mezcla y molienda).

Cepillado de afrecho.- El afrecho que sale cernido de los *planchisters*, es sometido a la centrifugación que retira el exceso de harina.

Filtrado de aire.- Se elimina todas las partículas de polvo de harina a la atmósfera a través de filtro de mangas que a su vez son reingresados al proceso.

Transporte hacia envasadoras.- Se transfiere por vía neumática a la zona de envasado por el sistema de sopladores

Almacenamiento en silos del producto terminado y envasado.- Se almacenan en los silos para luego ser envasados en sacos de polipropileno teniendo un sistema de conteo y registro de unidades producidas.

Bodegaje.- El producto ha sido envasado, etiquetado y probado. En bodega, la harina debe pasar por lo menos una semana con ventilación para luego pasado de dicho tiempo ser distribuido y vendido.

A continuación se explica un flujograma de molienda bajo la forma de un diagrama como el que se muestra en el Gráfico C.1., en dicho diagrama se muestran las etapas clásicas de un molino de rodillos tradicional, el cual se encuentra estructurado de cuatro roturas (R1, R2, R3, R4) las cuales se han denominado con la sigla BK. Se explica que un diagrama de molienda tradicional mantiene dos etapas definidas: la Rotura y la Compresión.

En la primera etapa de molienda (Rotura) se rompe el grano y se raspa la superficie de la cáscara con el fin de obtener la mayor cantidad de endospermo puro para afinarlo en harina, en la segunda etapa de molienda (Compresión) consiste en la reducción de las partículas gruesas del endospermo a harina mediante la compresión de los mismos, cabe mencionar que la primera etapa utiliza rodillos o cilindros estriados y la segunda utiliza rodillos lisos.

La sigla 1BK que representa la primera rotura(R1), o el inicio de la molienda en el diagrama mostrado, se encuentran dos círculos unidos que representan a una máquina de molienda de rodillos, esta máquina recibe el trigo entero, luego de su rotura este grano molido pasa a ser cernido en un cernedor vertical representado por el recuadro rectangular de donde se muestra las diferentes separaciones y sus diferentes destinos, por ejemplo en el caso de la primera rotura la primera separación se destina a la segunda rotura 2BK (R2) , la siguiente separación se envía al pasaje CS, que representa a un sasor de sizings, la siguiente separación se destina al pasaje FS o sasor de semolinas gruesas, y las dos últimas separaciones son harina representada con la sigla FL de flour, y 1,2 MD que representa otro cernedor vertical que se lo llama: el cajón de recernido ya que usualmente el primer cajón no tiene la suficiente superficie de cernido para los productos que se ciernen inicialmente en el.

En la etapa de compresión se reduce las partículas de sémola gruesas (endospermo fracturado) y se utiliza los rodillos de molienda lisos, así en este caso se puede empezar la lectura con el banco "A" este es un pasaje típico de sizings su alimentación proviene en su totalidad del sasor CS el cuál envía las sémolas gruesas a que sean reducidas de tamaño y que empiece el proceso de reducción paulatino hacia harina.

De esta manera sencilla y practica se podrá ir estudiando el diagrama y entendiendo sus intercomunicaciones, hay que mencionar que hay un cajón denominado REDRESSER, el cual es un cajón de cernido de la suma

de todas las harinas, como se ve en el diagrama cada etapa de molienda produce harina (flour), siendo la suma de todas estas harinas la harina final o de embolsado, pero el proceso se asegura de manera final con este pasaje de cernido final.

Cómo este diagrama es un diagrama de una empresa en funcionamiento y por ende los desarrollos para obtener y maximizar calidad y rendimiento dependen de la diagramación del entelado de cernido se reservan los datos por considerarse de propiedad intelectual, de la misma manera los diagramas de dentado de cilindros de roturas.

2.4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TRIGO

Calidad del procesamiento del trigo

Gambarotta Lucas (2005) menciona que la calidad panaria del trigo está fuertemente influenciada por la variedad y por las condiciones de desarrollo y cultivo (clima, localización, etc.); como así también por las condiciones y duración del almacenamiento de la harina. En general, las principales características que debe reunir una harina para que el pan resulte de buena textura y volumen óptimo son:

- Contener azúcares en cantidad suficiente y una actividad diastásica adecuada para producir durante la fermentación una reserva de azúcares que aseguren una producción continua de gas, para que la masa se distienda completamente.
- Las proteínas de la masa deben ser suficientes en cantidad, y de calidad lo bastante buena, para lograr la máxima retención del gas producido. La cantidad y calidad del gluten determinan las propiedades físicas de la masa. Muchos trigos contienen poco gluten, mientras en otros, éste puede ser de calidad deficiente.

- La masa debe estar en su punto de maduración en el momento del horneado, y la cocción debe practicarse en condiciones adecuadas.

El molinero mezcla distintas calidades de trigo para lograr harinas con determinada proporción de gluten de comportamiento conocido, a fin de que el panadero pueda elaborar siempre la misma calidad de pan. (Gambarotta Lucas, 2005)

Cada variedad de trigo tiene características cualitativas propias que varían por la influencia del suelo y del clima. La distinción de variedades de tipo duro, semiduro y blando está asociada por las diferentes calidades de gluten. La mejor calidad corresponde al tipo duro; en éste el gluten se caracteriza por su «fuerza», que asegura una mayor estabilidad de la masa. Puede ser utilizado, en consecuencia, para mejorar hasta el punto deseado la calidad de la harina de los trigos blandos o flojos. El valor corrector de los trigos duros se debe a que se los utiliza generalmente en mezcla con trigos flojos. (Calaveras Jesús, 2004)

Le siguen en calidad los semiduros, que constituyen la base de las mezclas en los molinos, razón por la cual se los llama de relleno. Estos trigos son más apropiados para la panificación directa y rápida. Los trigos blandos son de estructura blanda y harinosa y el gluten es de calidad mediocre. Se utilizan principalmente en pastelería y para la confección de galletitas. (Calaveras Jesús, 2004)

Principales parámetros de calidad del grano de trigo

Peso hectolitrico.- Es uno de los criterios más ampliamente usados para determinar la calidad del trigo. Esta prueba da una idea del contenido de humedad, porcentaje de impurezas y rendimiento en potencia de harina de trigo. Cuanto mayor es este valor, mejor es el rendimiento de la molienda. El peso hectolítrico se ve afectado por:

- La gravedad específica individual de los granos (trigos con una gravedad específica alta tienen también un peso hectolítrico alto).
- Contenido de humedad: La presencia de agua hace que los granos se hinchen, reduciendo de esta forma la cantidad de granos que pueden ingresar al cilindro de ensayo. Cuanto más humedad tenga el grano más bajo va a ser el peso hectolítrico (el agua posee una gravedad específica más baja que la del grano).
- Forma del grano: Cuanto más espacios existan entre los granos, menor será el peso hectolítrico.
- Espesor de la corteza: La gravedad específica de la corteza o afrecho es aproximadamente 1,2 comparado con 1,5 del endospermo. Por lo tanto, cuanto más gruesa es la corteza o cáscara del grano más bajo será el peso hectolítrico.
- Porcentaje de impurezas: Muchas impurezas pequeñas y livianas disminuyen el peso hectolítrico, dado que éstas impiden que el trigo sea agrupado en forma compacta. (Gambarotta Lucas, 2005)

Masa.- Generalmente se expresa como masa de 1000 gramos. Es una función del tamaño y la densidad del grano. A mayor masa, obtenemos mayor rendimiento industrial. Los granos grandes son más densos y dan una relación mayor de componentes endospermicos a no endospermicos que los granos pequeños (granos menos densos). (Calaveras Jesús, 2004)

Tamaño y Forma.- Es el criterio que mejor se adapta para predecir el rendimiento industrial. Cuanto más grande y redondo es el grano, mejor es el rendimiento industrial.

Dureza.- La dureza está relacionada con la resistencia mecánica a la rotura. La dureza depende del tipo de proteínas del grano. A mayor dureza se

necesita mayor energía para la molienda. Estos ensayos se realizan para estimar la energía necesaria para la molienda.

Color.- Está relacionado con los pigmentos del afrecho. Desde el punto de vista del color, el trigo se clasifica en rojo y blanco. Las variaciones de color se deben frecuentemente a factores del medio ambiente. El color no tiene efecto sobre la funcionalidad del producto, tiene solo un efecto estético. El trigo rojo pertenece a las variedades predominantes producidas en América del Norte, América del Sur, Europa y parte de Asia. El trigo blanco se produce en Australia, India y Pakistán. En Argentina sólo hay trigo rojo. (Calaveras Jesús, 2004)

Granos Dañados.- El trigo puede dañarse de varias formas, ya sea en el campo antes, durante o después de la cosecha, por operaciones de secado artificiales o durante el posterior almacenaje o manipulación. (Gilardi Virginia, 2008).

Humedad.- En la mayoría de las industrias de alimentación, la humedad se suele determinar a diario. Existen para esto varias razones siguientes:

- El comprador de materias primas no desea adquirir agua en exceso.
- El agua, si está presente por encima de ciertos niveles, facilita el desarrollo de microorganismos.
- Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua.
- La humedad del trigo debe ajustarse adecuadamente para facilitar la molienda.
- La cantidad de agua presente puede afectar la textura.
- La determinación del contenido de agua representa una vía sencilla para el control de las distintas etapas de la fabricación de alimentos.

A veces, es difícil la determinación exacta del contenido total en agua. En la práctica es apropiado cualquier método que proporcione una buena repetitividad con resultados comparables, siempre que ese mismo

procedimiento se siga estrictamente en cada ocasión. (Calaveras Jesús, 2004)

Proteínas.- Su contenido varía entre 7 y 18% (según la variedad y las condiciones ambientales). Internacionalmente es un criterio muy importante. El método utilizado para su análisis es el método de Kjeldahl. En la práctica es común la medición del contenido de gluten (forma indirecta de medir las proteínas insolubles) del grano por medio del equipo denominado Glutomatic. (Gambarotta Lucas, 2005)

2.4.3. CONTROLES EN EL PROCESO DE MOLIENDA

La Molienda

En Calaveras Jesús, (2004) menciona que esta operación se lleva a cabo para obtener la harina, el grano de trigo se va a quebrar para separar el centro de las cubiertas exteriores, las cuales son elásticas y flexibles, por lo cual saldrán fácilmente sin ser destrozadas durante la molienda, en tanto que el centro del grano o albumen es blando y por lo tanto fácil de moler. La molienda puede ser alta o baja.

Molienda alta.- Esta es la más utilizada actualmente, el grano se hace pasar entre dos cilindros metálicos los cuales giran en sentidos opuestos y a velocidades diferentes. Los granos se pasan 5 o 6 veces entre los dos cilindros, la primera vez que se pasan los granos, los cilindros se encuentran bastante separados el uno del otro, los granos son quebrados longitudinalmente y el germen y el escutelo son eyectados y todo se vuelve a pasar nuevamente. De esta manera se obtendrán varias clases de harinas: sémola gris, sémola blanca y flor de harina.

Después de este proceso, viene el cernido de las diferentes harinas, con el fin de separar las capas exteriores, luego se colocan por orden de grosor en tamices que siguen un movimiento de vaivén en plano horizontal.

Finalmente, las diferentes harinas se colocan entre dos cilindros lisos llamados convertidores, y se obtiene la harina propiamente dicha.

Molienda baja.- La operación se efectúa una sola vez, los granos son quebrados por dos cilindros que están muy juntos entre si y se obtiene una mezcla de harina, la cual se cernirá para separar las diferentes partes.

Luego de la molienda, el porcentaje de la extracción será de un 72% a 73% a pesar de que el contenido en albumen es de 83 - 85% ya que una parte del trigo queda pegado del salvado. (Ramirez Gladys L. Q.F, 2008)

Entre más blanca sea la harina que se obtiene, menor será el grado de extracción. La harina que se obtiene del centro del grano es más rica en almidón y contiene poca cantidad de proteína y de vitaminas. (Calaveras Jesús, 2004). Un buen trigo se puede obtener el siguiente grado de extracción:

- Hasta 62,5% de harina blanca.
- Hasta 12,5% de harina gris.
- El resto, 25% será salvado que sirve principalmente, de alimento a los animales. (Ramirez Gladys L. Q.F, 2008)

Durante la molienda de trigo, una porción de los gránulos de almidón sufren daño mecánico. El nivel de daño varía con la severidad del molido y la dureza del trigo. Si la harina contiene gránulos de almidón dañado se hidrata rápidamente y es más susceptible a hidrólisis enzimática. Un cierto nivel de daño en el almidón es deseable debido a que se optimiza la hidratación y se promueve la actividad fermentativa durante la elaboración de pan. Sin embargo daño excesivo en el almidón puede sobre hidratar la masa y acelerar la acción enzimática. Entonces, si esa harina es utilizada en un proceso de panificación puede producir una masa pegajosa y causar problemas en el cortado y manipulación de la masa. En consecuencia el

nivel de almidón dañado es un índice de calidad importante para la evaluación de harinas de trigo. (Gilardi Virginia, 2008).

Influencia de la presión.- El aumento de la presión incrementa el contenido en almidones dañados a la par que afecta otros parámetros (rendimiento, contenido en agua, cenizas). El molinero tiene interés, por lo tanto, en controlar la presión. Ésta ha de ser objeto de una investigación a cada paso de los cilindros lisos. (Calaveras Jesús, 2004)

En efecto, a la cabeza de la reducción de las sémolas gruesas y de las sémolas finas, un aumento de la presión acarrea un incremento sensible de la potencia absorbida. Hay una relación directa entre el número de compresiones y los almidones dañados. En efecto, cuanto más se convierte una harina, más se va a dañar el almidón (Calaveras Jesús, 2004)

Relación de velocidades y del estado de superficie.- Recordando las consecuencias negativas del solo incremento de la presión sobre potencia absorbida, se puede dar dos soluciones:

- Utilizar cilindros estriados para pasos de la cabeza de trituración y de conversión.
- Jugar, por otra parte, tanto con la diferencia de velocidad entre los cilindros, así como con la presión, de manera que se limite la potencia absorbida. (Calaveras Jesús, 2004)

2.4.4. PROPIEDADES FARINOGRÁFICAS

Calidad industrial de la harina

Para medir la calidad panadera de la harina se utiliza varios métodos como es: la evaluación por medio de la utilización del farinógrafo, el cual mide la consistencia de la masa mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y la absorción del agua necesaria para alcanzar esta consistencia. El principio de la medida se basa en el registro de la resistencia que la masa opone a una acción mecánica constante en unas condiciones de prueba invariables. (Pantanelli Andrea, 2003)

El farinógrafo produce una curva que reproduce en forma visual el conjunto de características de calidad de la harina. La curva aumenta hasta un máximo de consistencia a medida que las proteínas de la harina se desdoblán en gluten y cae, a medida que éste pierde resistencia por el amasado continuo. (Pantanelli Andrea, 2003)

Farinografo Brabender.- Se efectúa los siguientes pasos con el fin de obtener la curva de titulación y curva estándar de análisis.

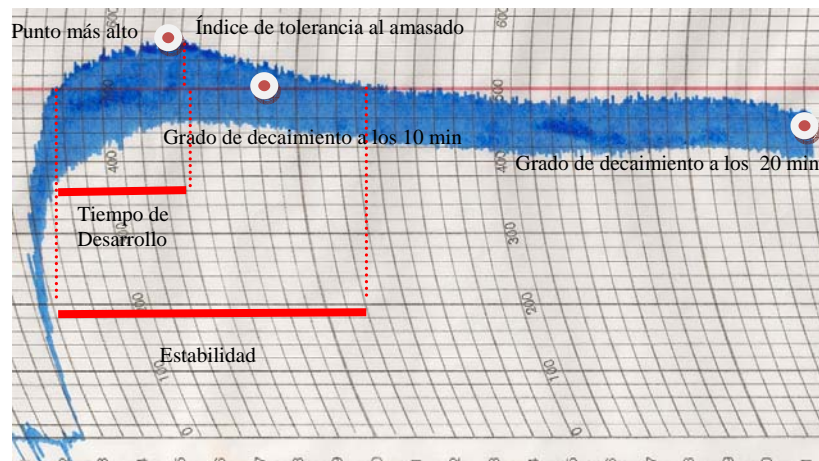
Curva de Titulación

- Es necesario hacer una revisión y limpieza previa del equipo, así como verificar las condiciones óptimas del papel y tinta del farinógrafo.
- Se determina la humedad de las muestras de harina que van a ser analizadas farinográficamente.
- Se llena con agua destilada la bureta de acuerdo a la capacidad del mezclador utilizado que es de 50gr.

- Se pesa la harina de a cuerdo a su contenido de humedad y se procede a verterla en el mezclador en 2 partes, luego de haber añadido la primera mitad, se pone el equipo en posición "ON" (63rpm), se lo enciende presionando al mismo tiempo los dos botones de contacto y se permite rotar las paletas unos segundos, se levanta la tapa del mezclador con lo cual se detiene el equipo, se añade el otro 50% de harina y se arranca nuevamente el mismo para dar inicio al ensayo.
- Transcurrido aproximadamente un minuto (durante el cual se controla la temperatura y se realiza el mezclado de la harina), con el equipo en funcionamiento, se vierte desde la bureta agua destilada (30°C) en una cantidad tal que la línea continua obtenida en el registro y que corresponde al desarrollo de la masa alcance una consistencia de 500 unidades farinográficas en el punto de máximo desarrollo (el centro de la banda en el punto de máximo desarrollo debe alcanzar la consistencia de 500 U.F).
- La cantidad de agua añadida desde la bureta indica la absorción de la muestra de harina, porcentaje, así por ejemplo 54% de absorción de agua significa, peso de agua consumida en porcentaje o lo que es lo mismo, 54% del peso de la harina.
- Si hay desviaciones de las 500 unidades de consistencia, puede calcularse la absorción correcta de agua a partir de las desviaciones: 20 unidades de desviación, corresponden a 0,5% de absorción (si la consistencia es mayor de 500 U.F, se necesita más agua y viceversa). En caso de desviaciones más grandes a 20 U.F, la curva de titulación debe repetirse.
- El operador debe permitir el funcionamiento del equipo por suficiente tiempo, hasta que se note una caída apreciable de la curva o que la consistencia sea constante, luego debe desconectarse el equipo y

proceder a la limpieza completa del mezclador. Terminado el proceso de limpieza armar el equipo y ponerlo a punto para correr la cueva estándar de análisis.

Curva Estándar



- Se añade 50gr de harina en el cabezal, si es que la humedad de la misma es de 14% y cuando esta difiere se utiliza tablas de compensación.
- Arrancar el farinógrafo a 63rpm y luego de haber corrido por un minuto (controlando la temperatura de la harina), verter la cantidad de agua que se determinó en la curva de titulación lo más rápidamente posible.
- Con sumo cuidado y utilizando una espátula de plástico incorporar a la mezcla la masa y la harina acumuladas en las paredes del mezclador, luego que se note una caída apreciable de la curva, deje funcionar el equipo por 12 minutos adicionales y apreciables de la curva, dejar funcionar el equipo por 12 minutos adicionales y desconectarlo. El tiempo total del ensayo es generalmente de 20 minutos. (Fenema Owen, 1985).

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

- **La absorción del agua.**- Representa la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia de 500 unidades farinográficas en el amasado. Se encuentra directamente relacionada con la cantidad de pan que puede ser producida por kilo de harina, y depende de la cantidad y calidad de gluten, y la dureza del 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. (Pantanelli Andrea, 2003)
- **El desarrollo de la masa y el período de desarrollo.**- Es el tiempo necesario para alcanzar la máxima consistencia. En una harina fuerte, este período puede ser notablemente largo y es posible que este hecho esté en relación con la alta calidad del gluten o también con la velocidad de absorción de agua por parte de la misma. (Calaveras Jesús, 2004)
- **La estabilidad.**- Es el intervalo de tiempo durante el cual la masa mantiene la máxima consistencia y se mide por el tiempo que la curva se encuentra por encima de 500 unidades farinográficas. (Pantanelli Andrea, 2003)
- **La caída o debilitamiento de la masa o *grado de ablandamiento*.**- Representa la diferencia entre la máxima consistencia y la que se obtiene después de 10-20 minutos.

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

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

Para medir la estabilidad de la masa y la resistencia que la misma opone durante el período de reposo se utiliza el extensógrafo. Se utiliza exclusivamente para los trigos blandos y es, particularmente apto para examinar la influencia que tienen algunos agentes mejorantes, como el ácido ascórbico sobre la masa. Los principales índices que se obtienen son el área de la curva, que mide la fuerza de la masa, la resistencia y extensibilidad de la masa, y la relación R/E. (Pantanelli Andrea, 2003)

Igualmente un parámetro importante es la medición de la cantidad de almidón dañado debido a que éste es un componente muy importante en la harina que provoca gran cantidad de beneficios a las distintas panificadoras.

2.4.5. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Influencia del almidón de la harina en la panificación

La influencia de los componentes de la harina en cada una de las etapas de la panificación, desempeñan las siguientes funciones:

Almidón.- El almidón es el principal carbohidrato del trigo y la harina. Se encuentra en la harina en la forma de gránulos de diferentes tamaños. El almidón de trigo normal contiene 25% de amilosa (la molécula de almidón menor y linear) y 75% amilopectina (la molécula ramificada y más grande). Son polímeros cuya unidad básica es la glucosa, unidas entre sí por enlaces alfa (1-4) en la estructura lineal y por enlaces alfa (1-6) en los puntos de las ramificaciones (amilopectina). (Bernabé Carlos J., 2007)

El gránulo de almidón es completamente insoluble en agua fría. Sin embargo, cuando se calienta progresivamente una suspensión de almidón los gránulos empiezan a gelatinizar. A los 60°C los débiles enlaces son disociados, los gránulos empiezan a hincharse y la estructura interna inicia sus cambios. (Bernabé Carlos J., 2007)

Si se continúa calentando se produce una penetración del agua en el interior, el gránulo continúa hinchándose y la estructura interna inicia sus cambios gelificándose hasta formar una pasta más o menos espesa y clara. Este fenómeno es primordial para que las enzimas puedan ejercer su acción. En efecto, el gran tamaño de la amilasa le hace incapaz de penetrar por los finos microporos del gránulo. Por efecto de la gelatinización (hinchazón de los gránulos de almidón por efecto del aumento de temperatura) se abre el gránulo y la amilasa puede atacar las fracciones del almidón. (Bernabé Carlos J., 2007)

Almidón dañado.- Durante la molienda una parte de los gránulos de almidón se dañan parcialmente. Estas lesiones permiten la penetración del agua y el ataque enzimático.

Papel del almidón en la panificación.- Siendo un componente de la harina que representa cerca del 67 % de la harina de trigo, el almidón posee una importancia en el proceso de elaboración de pan. Numerosos estudios han determinado que las propiedades del almidón ejercen un efecto significativo en el volumen y la estructura de la miga del pan horneado.

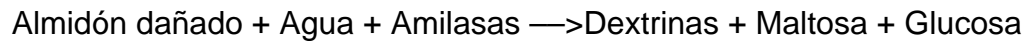
Las funciones que se han establecido para el almidón en la panificación son:

- Forma una masa homogénea con el gluten a una determinada consistencia favoreciendo la formación de la miga del pan.
- La superficie del gránulo proporciona una buena adherencia entre el gluten y el almidón, formando una fina película alrededor del gas producido durante la fermentación.
- Sirve como sustrato en la reacción de la amilolisis por medio de la acción de las amilasas (enzimas propias de la harina). (Bernabé Carlos J., 2007)

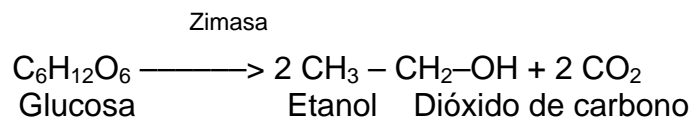
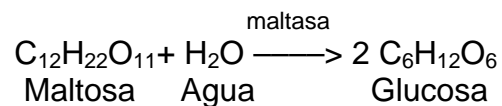
La Amilolisis

Preparación De La Masa.- Durante el amasado y la preparación propia de la masa, la temperatura se mantiene en torno a 25°C, por lo que la actividad amilolítica es moderada y prácticamente constante. El almidón no sufre mayor alteración física que la hidratación de los gránulos dañados, sobre los que se produce la rápida acción de las amilasas. (Miranda Rafael, 2004)

Sin embargo, los gránulos intactos, son totalmente impermeables a la β -amilasa, y sólo la α -amilasa provocará una hidrólisis lenta. Podemos simplificar el balance de la amilolisis en esta fase:



Maltosa Formada y Fermentación de la Masa.- La maltosa es la fracción más importante de la fracción de bajo peso molecular, producto de la amilolisis. Una vez transportada al interior de las células de levadura, puede ser desdoblada en dos moléculas de glucosa (materia prima básica) para la fermentación alcohólica que produce el dióxido de carbono –o gas carbónico–, necesario para el desarrollo de la masa. Su comportamiento químico es:



- La producción de CO_2 es, pues, proporcional a la velocidad de formación de maltosa por las amilasas.
- La producción de maltosa es responsabilidad de la β -amilasa, bien directamente de las cadenas de amilosa y amilopectina, o a partir de las dextrinas liberadas por las α -amilasas. El nivel de β -amilasa de las harinas es más que suficiente, por lo que su actividad (la intensidad de la producción de maltosa) está, pues, parcialmente condicionada por el nivel de α -amilasa existente en la masa. (Miranda Rafael, 2004)

Así, cuando el contenido en amilasa natural de la harina es bajo, se mejora la velocidad de formación de maltosa al añadir amilasa fúngica (obtenida en laboratorio) al inicio del amasado, lo que es práctica habitual ya que la contienen los mejoradores panarios.

Las dextrinas (grupo de oligosacáridos de poco peso molecular producidas por la hidrólisis del almidón) no transformadas en maltosa juegan un papel relevante en la retención de agua y en la esponjosidad de la miga. Conforme se va degradando el almidón dañado, parte del agua absorbida por estos gránulos pasa de nuevo a la masa, reduciéndose la consistencia de la misma. Un exceso de dextrinas contribuye a hacer pegajosa la masa. La actividad de las amilasas depende de la temperatura y de la acidez del medio. (Miranda Rafael, 2004)

Los cambios generados en la masa de pan son los siguientes:

- Favorece la formación y flexibilidad de las celdillas de gas que se producen durante la fermentación y cocción.
- Toma agua del gluten durante la gelatinización, haciendo que éste se vuelva rígido y reduciendo la expansión del mismo, previniendo el colapso de pan en el enfriado.
- Interviene en la formación del color de la corteza a través de la formación de las dextrinas en la superficie del pan por medio de la reacción de Maillard (conjunto complejo de reacciones químicas que se producen entre las proteínas y los azúcares reductores que se dan al calentar los alimentos o mezclas similares dando coloraciones marrones). (Bernabé Carlos J, 2007)

Almidón y fermentación.- La producción de gas durante la fermentación es consecuencia de la asimilación de los azúcares presentes en la masa por la levadura. La levadura presenta diferentes preferencias por los azúcares presentes, asimilando fácilmente la sacarosa (después de su hidrólisis en

glucosa y fructosa por la invertasa que es una enzima de la levadura), glucosa, fructosa y maltosa (después de su hidrólisis por la maltasa que es una enzima de la levadura) (Bernabé Carlos J, 2007).

La masa panadera contiene solo el 0,5 % de glucosa y fructosa, procedente de la harina. Esta cantidad es adecuada para iniciar la fermentación y activar el sistema de la levadura. Para sostener la fermentación es necesaria la intervención de las amilasas presentes en la harina. La producción de gas como consecuencia de la fermentación continúa mientras la levadura tenga sustrato para continuar su crecimiento. La reproducción de la levadura se realiza por gemación (reproducción asexual, en donde las células de levadura se forma un abultamiento que se denomina yema en cierta porción de la pared, el núcleo de la célula progenitora se divide y uno de los núcleos hijos pasa a la yema; bajo condiciones favorables, la yema puede producir a la vez otra yema antes de que se separe finalmente de la célula progenitora). Si la producción de gas continúa, la masa no aumentará su volumen si éste no es retenido. No todo el gas generado durante la fermentación y cocción de la masa puede ser retenido cuando el pan salga del horno. Existen varios factores que afectan la producción y retención del gas. Los más importantes a juicio de un panadero son:

- Absorción de agua alta: Incrementa la producción de gas y disminuye su retención. La levadura puede acceder de forma más fácil a su alimento, mientras que el gluten se diluye y reduce la fuerza de la masa.
- Azúcar: La producción de gas puede aumentarse añadiendo niveles de azúcar del 5% pero también puede reducir la producción cuando el azúcar está presente en exceso.
- Sal: La sal disminuye la producción de gas ya que no permite fermentaciones indeseables dentro de la masa, reduciendo la actividad de la levadura (ejerce una acción bactericida).

- Contenido en fibra: El alto contenido en fibras reduce la retención del gas y la tolerancia durante la fermentación, ya que un exceso de fibras interfiere en la estructura del gluten. (Bernabé Carlos J, 2007)

Almidón y cocción.- La cocción del pan se produce a una temperatura de unos 180 - 250°C y en presencia de vapor de agua, es una etapa tan importante como la fermentación.

Durante la cocción de la masa, el almidón está muy ávido de la poca agua que está a su alrededor. A pesar de ello, el almidón nativo (almidón propio del cereal sin modificaciones por métodos químicos, físicos y enzimáticos) es capaz de embeber cerca de 18 veces su peso en agua durante la gelatinización; absorbiendo toda el agua que puede de la red de gluten que está en íntimo contacto con él. El resultado es la obtención de una red de gluten rígida, desnaturalizada y casi deshidratada, pero que no colapsa por efecto del almidón. (Bernabé Carlos J., 2007)

El aumento de temperatura de la masa se produce de manera gradual desde el exterior hacia el interior de la pieza. Como en toda reacción química, el aumento de la temperatura supone una aceleración de las diferentes reacciones que constituyen la amilolisis. La existencia de un gradiente de temperatura entre la superficie y el corazón de la pieza de pan añade un efecto de progresividad de los fenómenos que ocurren con el incremento de la temperatura. Primero se forma una fina película en la superficie, que se mantiene flexible gracias al vapor de agua condensado sobre la misma. Por dilatación de los gases que contiene, aumenta mucho el crecimiento de la masa. Además, las actividades vitales de la levadura sufren también el efecto del aumento de temperatura, acelerándose la producción de dióxido de carbono y alcohol. (Bernabé Carlos J., 2007)

Cuando el interior de la pieza alcanza los 65°C, los gránulos de almidón sufren un violento hinchamiento acompañado de una salida de amilosa, precisamente cuando la actividad de las amilasas es máxima. Sin

embargo, las enzimas, como cualquier proteína, son sensibles al calor. Cuando se alcanzan los 70°C, la β -amilasa y la amilasa fúngica añadida, quedan inactivadas. La α -amilasa natural resiste hasta los 80°C. El efecto final de la amilolisis en esta fase, está directamente ligado a la cinética térmica interior de la pieza de pan –la velocidad con que aumenta la temperatura en su interior, y al tipo de α -amilasa (natural o añadida; entre éstas, fúngica o bacteriana). La α -amilasas fúngicas se inactivan antes de la gelificación total del almidón, con lo que su efecto en la cocción es mucho menor que el de las naturales o las microbianas. Los mejores resultados tecnológicos se obtienen cuando existe un equilibrio ente α -amilasa y β -amilasa. (Bernabé Carlos J., 2007)

Ventajas que producen los almidones dañados

- Aumenta la posibilidad de absorción de Agua, y a partir de un cierto nivel relativamente alto, de consistencia normal, hay alteración de las propiedades físicas de la masa que se vuelve grasa y pegajosa.
- Facilita la acción de las amilasas, de ahí una mayor producción de azúcares y un aumento progresivo de la coloración de la corteza.
- Aumenta el poder de producción de gas, tiende, al principio de la cocción, a incrementar la acción de los gases y, bastante a menudo, el volumen del pan.
- Mejoran a menudo el valor panadero de los trigos de fuerza, Mejora en muchos casos, el valor de panadería de los trigos fuertes y permite obtener en estos panes una mejor calidad en panificación sobre suela.
- Contribuyen a la conservación del pan, contribuyen hasta cierto punto (sin duda por el aumento de la absorción de agua durante el amasado) a mejorar el frescor de la miga (retrasa el endurecimiento

debido a que los geles de almidón más diluidos tienen menos retrogradación) y a la conservación del pan. (Calaveras Jesús, 2004)

El almidón dañado presente en una harina influye sobre la actividad diastásica, las características reológicas y el valor panadero. Se puede observar que el pico de la curva amilográfica disminuye a medida que aumenta la cantidad de almidón dañado. Por otra parte, hay una mayor absorción del agua con el incremento de la cantidad de almidones dañados, pero con un contenido de almidón dañado idéntico, existe una relación entre el contenido proteico y la absorción del agua. (Calaveras Jesús, 2004)

La cantidad de almidón total en el trigo corresponde a un 57-71% con un peso específico de 1.55 a 1.65. Según su tamaño, los gránulos pequeños tienen de 1.5 a 6 micras (proveniente de trigo pequeño) y 32 micras (proveniente de trigo grande). Con un peso molecular seguramente superior a 30.000.

En el proceso de molienda si existe mayor cantidad de almidones dañados los gránulos tendrán distinta sensibilidad al ataque de las enzimas diastásicas (α -amilasa, β -amilasa, glucosidasa), lo cual permite desencadenar procesos de hidrólisis de azúcares complejos contenidos en el almidón, facilitando de esta manera la producción de azúcares más simples que servirán como alimento a las levaduras en el proceso de fermentación. (Calaveras Jesús, 2004)

Para cada harina y para cada diagrama de panificación se requieren porcentajes ideales de almidón dañado. Contar con un instrumento preciso y rápido es muy apreciado por el molinero. (Medcalf y Gilles, 1965) presentaron un trabajo que consistió en medir con un amperímetro la cantidad de yodo absorbida por los gránulos de almidón, de una muestra de harina en una solución graduada a 35°C.

En las Jornadas Técnicas de Molinería una firma francesa ha presentado, entre otros equipos de medición, el Sdmatic que se muestra en la figura B.2. Este equipo permite realizar la medición en menos de 10 minutos. Para poder efectuar estas determinaciones no se requiere personal especializado. (Chopin SD, 2010).

PRINCIPIO

Medir los daños sufridos por el almidón de una harina, permite apreciar su potencial en panadería o bizcochera de una harina evitando errores en los procesos de elaboración.

El Sdmatic, permite:

- Medir del grado de daños sufridos por el almidón de la harina en $A_i\%$ (absorción de yodo)y en UCD (unidades Chopin Dubois).
- Medir la velocidad de absorción de yodo, lo que proporciona una imagen de la hardness de trigo molido.
- Para ello, el Sdmatic va a generar, en función del peso de la harina, una cantidad proporcional de yodo, midiendo luego su absorción por la harina con objeto de determinar el porcentaje del daño.

Desarrollo de un ciclo de medida

- A- Fase 0: Inicialización del ciclo de medida
- B- Fase 1: En cuanto la resistencia de calentamiento ponga la solución en la buena temperatura (35°C) la sonda produce electroquímicamente yodo en función del peso de harina introducido (Fase 2 y 3)
- C- Fase 4: La meseta permite medir exactamente la cantidad de corriente (o sea de yodo) creada (valor máxima (1m))

D- Al final de la muestra, la harina se introduce y fija el yodo, decreciendo la corriente en función de la absorción del yodo (Fase 5)

E- 180 segundos después de la incorporación de la harina, la sonda mide el valor, de la corriente residual (Ir) (Fase 6)

$$\text{Absorción de yodo \%} = (1 - I_r / I_m) * 100$$

Procedimiento de obtención de resultados con el Sdmatic

- Pesar la harina
- Agregar 1gr de la harina en la cuchara proporcionada por el equipo.
- Preparar de la solución
- Preparar en un frasco de plástico suministrado por el equipo.
- Agregar en 120 ml. de agua destilada los reactivos: Ácido Bórico (3gr), Yoduro de Potasio (3gr).
- Disolver la solución
- Agregar 1 gota de tiosulfato de sodio
- Poner la solución obtenida en un vaso de reacción
- Test del Sdmatic
- Pulsar el ícono test en el Sdmatic
- Ingresar los datos de peso de harina, humedad y contenido de proteína.
- Pulsar el test e iniciar el ciclo.
- Comprobar la presencia de agua
- Terminado el ciclo del test, el SDmatic indica la finalización del test
- La pantalla emite los resultados
- Se trabaja con el dato de UCDcorregido, que corresponde a almidones dañados.
- Salir del equipo y limpiarlo. (Manual del Medidor de Almidón Dañado Chopin, Sdmatic).

Entre otros análisis físico-químicos importantes para conocer la calidad de la harina de trigo son:

Las Cenizas

La determinación de las cenizas constituye uno de los mejores métodos para comprobar la eficacia del proceso de molienda. Las cenizas de una determinada harina puede dar una idea del porcentaje de salvado o elementos que él contiene, arrojando residuos minerales. El resultado del análisis nos dará una orientación acerca del tamaño de las partículas que constituyen esas cenizas, siendo una indicación exacta del grado de contaminación. Por lo tanto cuanto más bajas sean las cenizas, tanto más eficaz es la molienda. Hay que resaltar que cenizas bajas no tienen relación con la calidad panadera.

Las cenizas están formadas principalmente por calcio, magnesio, sodio, potasio, etc., procedentes de la parte externa del grano, que se incorporan a la harina según su tasa de extracción para determinar el porcentaje de ellas es necesaria la incineración de las harinas. A menor proporción de cenizas mayor pureza de la harina (0000). La de 3 ceros es más oscura y absorbe más cantidad de agua. (Calaveras Jesús, 2004).

Determinación de cenizas en alimentos

La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición completa de la materia orgánica de un alimento. Es esencial el conocimiento básico de las características de varios métodos para analizar cenizas así como el equipo para llevarlo a cabo para garantizar resultados confiables.

Existen tres tipos de análisis de cenizas: cenizas en seco para la mayoría de las muestras de alimentos; cenizas húmedas para muestras con alto contenido de grasa (carnes y productos cárnicos) como método de

preparación de la muestra para análisis elemental y análisis simple de cenizas de plasma en seco a baja temperatura para la preparación de muestras cuando se llevan a cabo análisis de volátiles elementales.

Para la determinación de cenizas en seco, se pesan 3 gramos \pm 0.002 g de harina y se calcina en una cápsula de porcelana a 920° C durante 90 segundos, en mufla eléctrica. Los resultados se expresan en porcentaje al centésimo sobre sustancia seca. (Calaveras Jesús, 2004).

El Gluten

La propiedad de formar una masa panificable a partir de la harina de trigo depende de ciertas proteínas contenidas en el trigo. Forman una masa visco-elástica a partir de la adición de agua a la harina. Estas proteínas se pueden aislar bajo la forma de gluten, una vez que las partículas de almidón y demás sustancias solubles son eliminadas junto con el agua. El gluten está compuesto por 80 % de proteínas, 7 % de lípidos y 5% de hidratos de carbono.

Los hidratos de carbono, como los pentosanos contribuyen en parte a la unión del gluten con el agua. Las prolaminas y las gluteninas en relación con los lípidos, aportan una característica muy particular en la forma del gluten. Son responsables de la cohesión y la visco-elasticidad de la masa, propiedad que permite la *retención* de gas durante el amasado y en la cocción cuya consecuencia es un producto panificado poroso, esponjoso y con una corteza elástica. La formación del gluten se basa en la interacción específica entre las prolaminas y gluteninas con intervención de los enlaces físico y químicos. (Emilio Lucas, 1997).

2.4.6. PARAMETROS DENTRO DE ESTÁNDARES PANADEROS

Principales pruebas para evaluar la calidad del pan

El pan.- Se denomina pan a un producto alimentario elaborado a partir de la cocción de la harina, mezclada con agua o leche y otros posibles ingredientes. El pan puede ser elaborado con levadura (pan fermentado) o sin levadura (pan ácimo, presenta un aspecto plano y poco esponjoso). (Calaveras Jesús, 2004).

Ingredientes utilizados en la elaboración del pan.

Los ingredientes esenciales presentes en todas las formulaciones y necesarios para la elaboración de productos de panadería son los siguientes:

Harina de trigo.- Es el ingrediente mayoritario en las formulaciones de pan y junto con el agua, establece la base de la estructura del pan. La calidad de la harina es un parámetro que afecta la forma importante a las características del producto final. Gran parte del éxito de un producto reside en seleccionar especificaciones de la harina apropiadas. Se conoce que hay una relación entre la cantidad de proteínas de la harina y el volumen del pan, en concreto las proteínas del gluten controlan la calidad panadera de la harina. Manteniendo constante el porcentaje de proteína de diferentes harinas, hay diferencia en el volumen del pan producido; esto es lo que se llama calidad del gluten. Por alguna razón, la proteína de una variedad de trigo tiene mejor capacidad de retención de gas que otra, mientras que para obtener un mayor rendimiento en productos de panadería se considera la capacidad de absorción de agua que proviene directamente proporcional con el contenido de almidones dañados.

La harina también afecta a la capacidad de producción de gas de la levadura. Contiene entre 1 y 2% de azúcares directamente fermentables y

entre 65 y 72% de almidón. Al mezclar harina, agua y levadura, los azúcares fermentables son los primeros hidratos de carbono metabolizados por la levadura. Si la concentración de éstos disminuye, se inicia un proceso enzimático inducido que genera azúcares fermentables a partir del almidón. En este proceso intervienen las enzimas α -amilasas y β -amilasas presentes en la harina. (Calaveras Jesús, 2004).

Agua.- Tras la harina, el agua es el segundo ingrediente mayoritario. Hidrata los diferentes constituyentes de la harina, dando lugar a la masa de pan. Cuando se amasa harina con la adecuada cantidad de agua, las proteínas gliadina y glutenina al mezclarse forman el gluten unidos por un enlace covalente que finalmente será responsable del volumen de la masa. La cantidad de agua que contiene la masa de pan depende entre otros, de la harina, y normalmente oscila entre un 50 y un 70% (porcentaje referido respecto a la cantidad de harina). El pH, la dureza del agua, la temperatura, etc. Son parámetros que pueden afectar en mayor o menor medida las propiedades de la masa. Normalmente se emplea la temperatura de agua como una variable para controlar la temperatura final de la masa. (Calaveras Jesús, 2004).

Levadura.- La principal función de la levadura es la producción de gas. La acción de la levadura en la fermentación de las masas es una actividad biológica muy compleja, donde las enzimas juegan un papel vital en la producción de CO₂ para leudar (aumentar de volumen la masa) la masa. Además de controlar la capacidad de producción de gas, en la fermentación da lugar a otras propiedades funcionales como la modificación de la reología, la acidificación de la masa, contribución al aroma y sabor de pan, etc.

Sal.- Es un compuesto químico formado por Cl (Cloro) y Na (Sodio) (cloruro de sodio). Se debe utilizar la sal que posee una granulación fina, con una cantidad moderada de yodo para evitar trastornos orgánicos, garantizar una pureza por encima del 95% y sea blanca (yodo 0.004). (Emilio Lucas, 1997).

Funciones de sal en panificación

- Mejorar el sabor, fortalece el gluten, puesto que le permite a la masa retener el agua y el gas.
- La sal controla o reduce la actividad de la levadura, ejerce una acción bactericida no permite fermentaciones indeseables dentro de la masa.
- Las proporciones recomendables de sal a utilizar son: desde 1.5 hasta 3.0%.(porcentaje referido respecto a la cantidad de harina). (Emilio Lucas, 1997).

Azúcar.- Compuesto químico formado por C (Carbono), H (Hidrógeno), O (Oxígeno). En panificación se utiliza la sacarosa o azúcar de caña.

Funciones del azúcar en la panificación:

- Sirve de alimento para la levadura produciéndose la reacción de la amilosis (reacción de desdoblamiento de los azúcares complejos a azúcares simples).
- Ayuda a una rápida formación de la corteza del pan debido a la caramelización del azúcar por medio de la reacción de Maillard (conjunto complejo de reacciones químicas que se producen entre las proteínas y los azúcares reductores que se dan al calentar los alimentos o mezclas similares dando coloraciones marrones). Permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del pan para que pueda cocinarse y también para evitar la pérdida del agua.
- El azúcar es higroscópico, absorbe humedad y trata de guardarse con el agua. Le da suavidad al producto.

Grasas.-Según su origen las grasas se dividen en:

- Manteca o grasa de cerdo: brindan un buen sabor al pan.
- Mantequilla: es la grasa separada de la leche por medio del batido.
- Aceites vegetales: se obtienen sometiendo las semillas a un proceso de prensado (girasol, maní, ajonjolí etc).

Características de las grasas

- Brinda elasticidad, que es la dureza.
- Brinda un punto de cremar, es la propiedad de incorporar aire en el proceso de batido fuerte, en unión con azúcar o harina.

Función de la grasa en panificación

- Mejora la apariencia, produciendo un efecto lubricante
- Aumenta el valor alimenticio, las grasas de panificación suministran 9 kilocalorías por gramo
- Mejora la conservación, la grasa disminuye la pérdida de humedad y ayuda a mantener fresco el pan. (Lucas Emilio, 1997)

2.4.7. CONTROLES Y PARÁMETROS DE CALIDAD DEL PAN

Características de los productos terminados

- Su aspecto, textura, color, olor y sabor serán agradables y característicos del producto.
- La acidez no será superior al 5%, expresado en ácido láctico, referido a sustancia seca y determinada sobre extracto acuoso.
- No presentará enmohecimiento, residuos de insectos, sus huevos o larvas o cualquier otra materia extraña que denote su deficiente estado higiénico-sanitario. Un perfil microbiológico típico de un pan se observa en la Tabla A.5.
- El pan podrá tener una humedad máxima del 40%, no obstante el pan especial integral podrá tener una humedad máxima del 45% y el pan especial que por sus características de proceso, diseño o ingredientes justifique una absorción mayor de agua o modifique la relación corteza/estructura podrá tener una humedad máxima del 45%.

En panificación, la consistencia y reología de la masa tienen profundos efectos sobre sus propiedades de manejo y sobre la calidad del producto terminado. (Ramírez Juan Sebastián, 2006).

La reología describe las relaciones existentes entre el estrés o fuerza aplicada al material, su deformación y el tiempo. Las pruebas reológicas de la masa, como las de cualquier otro material, dependen de su composición y estructura, esto es, el arreglo espacial de sus contribuyentes y las fuerzas que actúan entre ellos; lo cual está determinado en gran parte por el tipo de harina utilizada. (Bloksma, 1990).

Cuando el proceso de panificación ha terminado completamente, el pan recién horneado es enfriado por un período corto de tiempo (30 minutos aproximados). Posteriormente se realiza una evaluación de textura, volumen, peso, se califica la miga, y en ocasiones cuando se requiere se hace una evaluación sensorial. (Bourne, 1982).

La textura.- La mayoría de los métodos instrumentales estiman la fuerza requerida para comprimir la muestra a una distancia específica, logrando una deformación constante de la miga del pan, esto generalmente se clasifican: Empíricos, fundamentales e imitativos. (Baker and Pante, 1987). Uno de los instrumentos que ha sido usado y que se ha asociado estrechamente a evaluaciones sensoriales de textura en pan es la máquina de prueba universal Instron, con la cual es posible determinar parámetros como firmeza, cohesividad, elasticidad y comestibilidad; siendo la firmeza uno de los más comúnmente medidos. (Brady y Mayer, 1985)

La medición instrumental de textura fue propuesta como una alternativa a la evaluación sensorial con el fin de superar los principales inconvenientes y limitaciones de este último, es decir, la gran variabilidad que puede existir en los resultados, la dificultad en la ejecución de pruebas, debido a los problemas naturales que se presentan al trabajar con humanos y a lo laborioso que resultan algunas de ellas. (Szczesniak, 1962)

Retrogradación y Envejecimiento.- El pan pierde su frescura progresivamente con el tiempo fuera del horno. Estos cambios indeseables que ocurren con el tiempo son colectivamente llamados envejecimiento. Estos cambios incluyen un aspecto endurecido o correoso de la costra del pan, firmeza y solidez de la migaja, pérdida de sabor, un incremento en la opacidad de la migaja, y una disminución del contenido de almidón soluble.

La retrogradación de los almidones se define como el proceso que ocurre cuando las moléculas de almidón que han sido completamente gelatinizadas, se reasocian en una estructura ordenada, lo cual induce a la insolubilización y precipitación espontánea principalmente de las moléculas de amilosa, pasando de un estado amorfo o de solvatación, a una forma agregada, insoluble o cristalina. Este proceso involucra la orientación paralela de las cadenas lineales de amilosa y amilopectina y su interacción, por la formación de puentes de hidrógeno a través de sus múltiples hidroxilos; se puede efectuar por diversas rutas que dependen de la concentración y de la temperatura del sistema. Si se calienta una solución concentrada de amilosa y se enfría rápidamente hasta alcanzar la temperatura ambiente se forma un gel rígido y reversible, pero si las soluciones son diluidas, se vuelven opacas y precipitan cuando se dejan reposar y enfriar lentamente. (Hebeda, 1990; Faradi, 1985)

La retrogradación está directamente relacionada con el envejecimiento del pan, las fracciones de amilosa o las secciones lineales de amilopectina que retrogradan, forman zonas con una organización cristalina muy rígida, que requiere de una alta energía para que se rompan y el almidón gelatinice. El incremento en opacidad de la migaja es causada supuestamente por el crecimiento de los cristalitos, los cuales cambian el índice de refracción. (Badui, 1990); (Fennema, 1985)

Los cambios que ocurren en la costra del pan son claramente diferentes de los que ocurren en la migaja. El aspecto duro o correoso de la costra parece estar asociado principalmente con la migración de agua de la

migaja a la costra. Cuando el pan está recién horneado, la costra está seca y contiene el 25% de humedad. Bajo estas condiciones esto es fiable y deseable. Conforme el agua difunde desde la migaja, la costra pierde su fiabilidad y llega a ser dura o correosa, y va de un estado firme a uno que es gomoso. La firmeza de la migaja del pan puede ser revertida por calentamiento. Esta es una de las ventajas del tostado de pan. Los cambios que ocurren en la migaja parece ser mucho más complejo. Hace casi 150 años, fue mostrado que la firmeza de la migaja de pan no es debido a un fenómeno de secado. Recientemente se ha comprobado que la firmeza y la retrogradación son equivalentes. (Hebeda, 1990; Faradi, 1985)

2.5. HIPÓTESIS

Ho: No se identificara variación significativa en los pasajes de molienda al realizar la evaluación físico-química y farinográfica de las distintas harinas de trigo obtenidas en el proceso de molienda de la industria “MOLINOS MIRAFLORES”

Hi: Se identificara variación significativa en los pasajes de molienda al realizar la evaluación físico-química y farinográfica de las distintas harinas de trigo obtenidas en el proceso de molienda de la industria “MOLINOS MIRAFLORES”

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variable Independiente: Pasaje del proceso de molienda

Variable Dependiente: Propiedades físico-química y farinográfica

Unidad de Observación: Molinos Miraflores

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

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

Al tratarse de una investigación experimental, donde se busca la explicación, predicción y control de fenómenos físicos y químicos; el enfoque del estudio también se lo puede relacionar a una dirección neopositiva, donde la generalización científica se basa en leyes naturales inmutables.

3.2. LA MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación requiere dos modalidades, la primera documental o bibliográfica, se requiere revisar tesis, trabajos de investigación, planes, sitios en Internet, experiencias en proyectos similares; con el fin de conocer diferentes enfoques, teorías o conceptualizaciones y criterios de diferentes autores sobre los aspectos referentes al tema, que sin duda será de gran ayuda.

Por otro lado, se debe considerar la investigación experimental, pues con ello se alcanzan objetivos de predicción y de control en relación con la hipótesis puesta a prueba en el estudio; por lo que la investigación necesita de laboratorios que brinden las facilidades para llevar a cabo dicha propuesta, puesto que se podrá analizar las causas y efectos de las

variables de estudio, entendiendo la naturaleza e implicaciones sobre el problema.

3.3. EL TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se basó en los siguientes tipos:

Investigación Descriptiva.- Estudia, analiza o describe la realidad presente, actual, en cuanto a hechos, personas y situaciones. Esta investigación será aplicada en la descripción del proceso tecnológico en la elaboración de harina para pan con el fin de identificar las causas y efectos que originaron el problema

Investigación Exploratoria.- Reconoce, registra o averigua con diligencia una cosa o un lugar. Permitirá conocer los problemas internos de todas las áreas a las que afecta los cambios físico-químicos y Farinográficos en la harina de los diferentes pasajes de molienda.

Investigación Explicativa.- Permite un análisis profundo de las causas del problema en donde se puede identificar las posibles soluciones e implementar estrategias necesarias.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Diseño Experimental

Comprende dos situaciones:

- Identificar causas asignables durante el proceso de fabricación de harina de trigo.
- Comparar la calidad del producto antes y después de la identificación de las causas.

Para la primera situación experimental recordemos que la investigación tiene la finalidad de evaluar la calidad del producto obtenido en cada operación importante del proceso de molienda aplicada para la fabricación de harina de trigo. Consecuentemente, siendo un proceso continuo para observar los mejores resultados durante la experimentación se optó por utilizar gráficos de control.

Para la segunda situación, en cambio se aplica un diseño experimental de un factor, que permite comparar los “tratamientos” experimentales siguientes:

- Harina 1, es decir harina de trigo obtenida por molienda antes de identificar las causas asignables (Testigo).
- Harina 2, es el producto que se ha obtenido luego de controlar las causas asignables del proceso de molienda (Prueba).

Gráficos De Control

Los Gráficos de Control son representaciones gráficas de los valores de una característica resultado de un proceso, que permiten identificar la aparición de causas asignables en el mismo. Su aplicación en los procesos industriales es muy importante para evaluar la calidad del producto.

Gráficos De Control Por Variables.- Son Gráficos de Control basados en la observación de la variación de características medibles del producto o del servicio. Para poder identificar la variable o variables a controlar es necesario determinar qué variable o variables del producto/servicio o proceso se van a medir para conseguir satisfacer las necesidades de información establecidas. (Avendaño Luis, 1979)

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA N°1: VARIABLE INDEPENDIENTE: PASAJE DEL PROCESO DE MOLIENDA

CONCEPTUALIZACIÓN	VARIABLE CONTENIDAS	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>La molienda comprende una serie de operaciones mecánicas cuya finalidad es reducir el núcleo del grano a harina. Se separan los trozos más gruesos, las cáscaras, y comprende varios pasajes por molinos ranurados y lisos denominados roturas y reducciones.</p>	<p>Técnicas de molienda</p> <p>Características del trigo</p>	<p>Cambios en la velocidad entre los cilindros de los molinos.</p> <p>Cambios en la presión en los molinos, cambios de temperatura.</p> <p>Porcentaje de Humedad del trigo debido al acondicionamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Al identificar el pasaje problema de molienda que disminuye la calidad de la harina panadera se podrá tomar alguna acción?. • ¿Al tomar alguna acción en el pasaje problema la harina mejorara sus características farinográficas y físico-químicas? • ¿Al tener cierta variedad del tipo de trigo, los efectos de la molienda son diferentes? • ¿Al tener un mejor control en las humedades de cada pasaje de molienda aumentará su productividad? 	<p>Gráficas de Control</p>

Fuente: Calaveras Jesús, (2004)

Elaborado por: María José Cazares T, 2010

TABLA N°2: VARIABLE DEPENDIENTE: EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y FARINOGRÁFICA DENTRO DE ESTÁNDARES

CONCEPTUALIZACIÓN	VARIABLE CONTENIDAS	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Las propiedades reológicas se derivan de las características químicas del grano que provienen. Son de gran importancia para la industria panadera y su conocimiento conduce a la obtención de productos cuya calidad puede controlarse durante el procesamiento	Características químicas del grano Calidad del Producto Controlable	Farinograma % de Cenizas % de Gluten % de Almidón Dañado	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Con la evaluación físico-química y farinográfica de los distintos pasajes de molienda para obtener la harina de trigo se identificará problemas en la molienda? • ¿Al evaluar las propiedades físico-químicas y farinográficas de las distintas harinas obtenidas en cada pasaje de molienda se podrá tener mayor control en el proceso para mejorar la calidad del producto? • ¿Con la evaluación físico-química y farinográfica de las distintas harinas obtenidas en cada pasaje de molienda se podrá optimizar el proceso de molienda? • ¿Con buenas características farinográficas, y físico-químicas la harina de trigo podrá cumplir las necesidades de los clientes? 	Sdmatic Mufla Farinógrafo Pruebas de Panificación

Fuente: Calaveras Jesús, (2004)

Elaborado por: María José Cazares T , 2010

3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para su mejor interpretación de datos se procederá a utilizar una serie de tablas en donde se reporten todos los resultados obtenidos de las evaluaciones físico-químicas y farinográficas.

3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de la información obtenida se utilizará el paquete informático EXCEL y para realizar el correspondiente Gráfico de control. Los análisis serán corridos en la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Los resultados serán presentados e interpretados de la mejor manera en tablas y cuadros para la mejor comprensión y entendimiento. Para establecer el mejor tratamiento, las conclusiones se interpretarán de acuerdo a los resultados obtenidos mediante pruebas comparativas u otras aplicables (“ji” cuadrado)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

La evaluación físico-química y farinográfica de la harina de trigo obtenida en los pasajes de molienda de la industria “Molinos Miraflores” brinda una idea clara de la calidad del producto que se está obteniendo.

Los pasajes de molienda se clasifican:

- Primera Etapa de Molienda.- Se la denomina como la etapa de rotura del trigo, en las cuales existen cuatro niveles de rotura de forma secuencial denominados R1, R2, R3, R4.
- Segunda Etapa de Molienda.- Se la denomina como la etapa de compresión y colas, en donde son las etapas de molienda en donde van cada vez mas purificando y reduciendo el tamaño de la partícula de harina, en ésta etapa se encuentran los pasajes en forma secuencial: Di1y2, Div 4, A, B, C, D, E, B2, F, G, H.

Cabe indicar que los pasajes F, G, H, son considerados dentro de la segunda etapa de molienda pero también por ser los últimos se los llama también pasajes de cola

Los resultados obtenidos de las evaluaciones físico-químicas según normas INEN: Gluten (INEN 529), Ceniza (INEN 520), Humedad (INEN 1 235),

y los almidones dañados utilizando el medidor Chopin, se muestran en los ANEXOS A.

4.1.1. Análisis Físico – Químicos

Análisis de Gluten

Entre los análisis físico-químicos que se realizaron fue la presencia de gluten en cada pasaje de molienda, ya que con ello se puede evaluar la calidad de la harina o en este caso la calidad que aporta a la harina final.

El gluten (glutenina y gliadina) es una de las propiedades más importantes de la harina debido a que al hidratarse durante el proceso de amasado en la panificación dependen las características plásticas. La determinación de su cantidad y calidad es una forma de valorar la aptitud panadera de una harina. La composición de las harinas panificables es de 24% de gluten húmedo y de 8% de gluten seco como mínimo.

Los resultados obtenidos a través de los análisis proyectados en la Tabla A.6., se observa como promedio mínimo de 23,5% correspondiente al pasaje H (último pasaje de compresión del proceso de molienda) y un máximo de 39% correspondiente al pasaje R4 (último pasaje de rotura del trigo).

Las harinas obtenidas en las primeras roturas proceden del interior del endospermo y tienen una alta porción de glutenina de alto peso molecular lo que indica que posee una mejor calidad de harina, lo que concuerda con resultados presentados por otros autores Ziegler y Greer, (1978), en cambio con el último pasaje de compresión del proceso de molienda (H) presentan contenidos más bajos de gliadina y glutenina de alto peso molecular debido a que dicho producto proviene de la parte externa del grano que es rica en enzimas.

Para conocer exactamente la cantidad de gluten que se aporta por cada pasaje de molienda a la harina resultante, se procede a tomar en cuenta la cantidad de harina producida por minuto (caudal másico) en cada pasaje (kg/min). El resultado del cálculo del caudal con el porcentaje de gluten obtenido en cada pasaje se puede observar en la tabla N°3 que se presenta a continuación:

TABLA N°3: CANTIDAD DE GLUTEN APORTADO POR CADA PASAJE A LA HARINA RESULTANTE (Kg/min)

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	0,63	0,50	0,53	0,55
<i>R2</i>	0,88	0,74	0,54	0,72
<i>R3</i>	0,62	0,51	0,51	0,55
<i>R4</i>	0,50	0,42	0,41	0,44
<i>Div 1 y 2</i>	0,33	0,32	0,32	0,32
<i>Div 4</i>	0,06	0,06	0,05	0,06
<i>A</i>	1,26	0,94	0,92	1,04
<i>B</i>	1,56	1,42	1,57	1,52
<i>C</i>	1,00	0,96	0,95	0,97
<i>D</i>	0,65	0,59	0,61	0,62
<i>E</i>	0,19	0,16	0,17	0,17
<i>B2</i>	0,20	0,20	0,24	0,21
<i>F</i>	0,04	0,05	0,05	0,05
<i>G</i>	0,21	0,20	0,24	0,22
<i>H</i>	0,04	0,04	0,04	0,04

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de la Industria "Molinos Miraflores"

Elaborado por: María José Cazares, 2010

Dando como resultado promedio mínimo de aporte de 0,04kg/min correspondiente al pasaje H y un máximo de 1,52kg/min correspondiente al pasaje B (pasaje de compresión del proceso de molienda de trigo).

Al comparar los resultados de la Tabla A.6 con los de la Tabla N°3 existe una variabilidad con lo que respecta al valor máximo, debido a que se toma en cuenta los flujos y cantidad de producto por cada pasaje; en el pasaje B ocurre un proceso de molienda para la extracción del endospermo, por lo tanto existe más roturación del trigo y obtención de componentes como es en este caso el gluten.

Con los resultados se efectuó un gráfico de control proyectado en el Gráfico C.2, en donde se reafirma que el pasaje B brinda mayor cantidad de gluten e inclusive un exceso de cantidad que supera el límite superior según cálculos estadísticos, también se observa que el resto de pasajes cumplen la cantidad necesaria de gluten dando como cantidad mínima el pasaje H.

Análisis de Cenizas

Las cenizas son igualmente un análisis físico-químico importante debido a que con ello se puede conocer en que parte del proceso de molienda existe mayor extracción de harina.

La pureza de la harina de trigo, tradicionalmente expresada por el contenido de cenizas, es mayor en el centro del grano que en las capas exteriores. Un bajo contenido de cenizas en la harina indica un bajo nivel de contaminación con pericarpio o germen (Osella, et al., 2006). El valor de cenizas indica el nivel de extracción con la que se está generando la harina. El porcentaje de ceniza en la harina suele ser de un 0,66%.

Los resultados obtenidos a través de los análisis proyectados en la Tabla A.7., se observa como promedio mínimo de 0,42% correspondiente al pasaje B (pasaje continuo del proceso de molienda) y un máximo de 2,06% correspondiente al pasaje Div4 (pasaje residual).

Dichos resultados son muy razonables, ya que en la fábrica el diagrama de molienda muestra que el pasaje B es el producto de la harina obtenida de los anteriores pasajes que proceden del endospermo, por lo tanto la harina es más pura y no contiene elevada cantidad de cenizas, algo muy distinto del pasaje Div4, ya que éste corresponde al producto de la harina en donde se trata de obtener la mayor extracción posible del pericarpio y por lo tanto existe mayor cantidad de cenizas puesto que el trigo se somete a un trabajo más fuerte en los rodillos para lograr mayor rendimiento pero perjudicando el color de la harina y la actividad enzimática aumenta (Estévez, 2006).

En cambio para conocer exactamente la cantidad de cenizas que se aporta por cada pasaje de molienda a la harina resultante, se procede a tomar en cuenta la cantidad de harina producida por minuto (caudal másico) en cada pasaje (Kg/min), El resultado del cálculo del caudal con el porcentaje de cenizas obtenido en cada pasaje se puede observar en la tabla N°4 que se presenta a continuación:

TABLA N°4: CANTIDAD DE CENIZAS APORTADOS POR CADA PASAJE A LA HARINA RESULTANTE (Kg/min)

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	0,013	0,013	0,018	0,014
<i>R2</i>	0,015	0,026	0,020	0,020
<i>R3</i>	0,013	0,011	0,012	0,012
<i>R4</i>	0,025	0,011	0,017	0,018
<i>Div 1 y 2</i>	0,005	0,004	0,004	0,005
<i>Div 4</i>	0,004	0,006	0,006	0,005
<i>A</i>	0,009	0,009	0,010	0,009
<i>B</i>	0,017	0,023	0,022	0,021
<i>C</i>	0,011	0,022	0,033	0,022
<i>D</i>	0,017	0,014	0,015	0,015
<i>E</i>	0,011	0,011	0,013	0,012
<i>B2</i>	0,007	0,005	0,006	0,006
<i>F</i>	0,002	0,002	0,001	0,002
<i>G</i>	0,008	0,012	0,012	0,011
<i>H</i>	0,001	0,001	0,001	0,001

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

Dando como resultados que el promedio mínimo de aporte de 0,0011kg/min correspondiente al pasaje H y un máximo de 0,022kg/min correspondiente al pasaje C. Lo cual, en comparación con los resultados presentados en la Tabla A.7., existe una diferencia.

Al tomar en cuenta el flujo existente, los resultados cambiaron debido a que en las primeras etapas del proceso de molienda existe mayor cantidad de producto para procesar, el pasaje C a más de poseer una cierta cantidad de

flujo, es el pasaje en donde empieza a mezclarse con un porcentaje de afrecho, algo muy diferente que no sucedió con el pasaje H, ya que éste aportaba mayor porcentaje de ceniza pero el flujo circulante es muy pobre por ser el último pasaje.

Para visualizar los resultados de forma estadística del contenido de cenizas se efectuó un gráfico de control proyectado en el Gráfico C.3., en el cual indica que, la mayor cantidad de cenizas se producen en las primeras etapas de molienda, cosa muy diferente lo que ocurre en los últimos pasajes, principalmente el pasaje H, debido a lo explicado ya anteriormente. Los resultados muestran que todos los pasajes de molienda se encuentran dentro de los niveles óptimos, por tanto, respecto al contenido de cenizas no existen problemas.

Análisis de Humedad

En el proceso de obtención de harina se realiza limpiezas preliminares al trigo para después someterlo a un acondicionamiento, siendo un tratamiento a base de humedad y calor, produciéndose cambios en las características mecánicas de los diferentes tejidos del grano, mejorando de esta manera las posibilidades de separación del endospermo de las restantes capas del grano. Este acondicionamiento influye no solo en el rendimiento de molienda sino también en la calidad de la harina obtenida (Gobin, *et. al.*,1996). El porcentaje de humedad de la harina es aproximadamente del 15%.

Los resultados obtenidos a través de los análisis proyectados en la Tabla A.8., se observa como promedio mínimo de 12,64% correspondiente al pasaje F (pasaje compresión en el proceso de molienda) y un máximo de 13,77% correspondiente al pasaje R2 (segundo pasaje de rotura del trigo).

Los resultados fueron de esperarse debido a que el pasaje R2 es la segunda rotura del trigo y por lo tanto la humedad propia del trigo brota de su interior y se junta con la humedad adicionada en el acondicionamiento, siendo el pasaje que brinda mayor porcentaje de agua. En cambio en el pasaje F la harina se encuentra más purificada y debido al proceso que el producto ha transcurrido existe una evaporación.

Para conocer exactamente la cantidad de humedad que se aporta por cada pasaje de molienda a la harina resultante, se procede a tomar en cuenta la cantidad de harina producida por minuto (caudal másico) en cada pasaje (Kg/min). El resultado del cálculo del caudal con el porcentaje de humedad obtenido en cada pasaje se puede observar en la tabla N°5 que se presenta a continuación:

TABLA N°5: CANTIDAD DE HUMEDAD APORTADOS EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (Kg/min)

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	0,24	0,26	0,25	0,25
<i>R2</i>	0,38	0,39	0,36	0,38
<i>R3</i>	0,20	0,21	0,21	0,21
<i>R4</i>	0,14	0,15	0,15	0,15
<i>Div 1 y 2</i>	0,16	0,17	0,17	0,16
<i>Div 4</i>	0,03	0,03	0,03	0,03
<i>A</i>	0,50	0,53	0,53	0,52
<i>B</i>	0,69	0,74	0,73	0,72
<i>C</i>	0,45	0,48	0,46	0,46
<i>D</i>	0,30	0,32	0,31	0,31
<i>E</i>	0,08	0,09	0,09	0,09
<i>B2</i>	0,09	0,10	0,09	0,09
<i>F</i>	0,02	0,02	0,02	0,02
<i>G</i>	0,10	0,11	0,11	0,11
<i>H</i>	0,02	0,02	0,02	0,02

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA, Laboratorio de Análisis de Calidad de la Industria “Molinos Miraflores”

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

Dando el resultado como promedio mínimo un aporte de 0,022Kg/min correspondiente al pasaje F (últimos pasaje de molienda) y un máximo de 0,72Kg/min correspondiente al pasaje B (pasaje de molienda del trigo). Lo cual concuerda en el aporte de humedad mínimo de los análisis proyectados en la Tabla A.8, pero con el aporte máximo tenemos igualmente la diferencia con el pasaje B, debido a que es el pasaje que mayor producto fluye.

Para los resultados del contenido de humedad aportados por cada pasaje se efectuó un gráfico de control que se muestra en el Gráfico C.4., en donde indica que el pasaje B aporta mayor contenido de humedad, el cual incluso a nivel estadístico no se encuentra dentro de los límites superiores establecidos debido al contenido de flujo al igual que A, en cambio con lo que respecta al resto de pasajes, éstos se encuentran dentro de los límites de control estadísticos siendo igualmente los últimos pasajes los cuales brindan menor cantidad.

Análisis de Almidones Dañados

Durante la molienda del trigo algunos gránulos de almidón son dañados debido a la composición misma del trigo y al proceso de molienda, ya que la velocidad de alimentación de los rodillos; velocidad, estado de los rodillos, presión de los rodillos y tenor de tracción, influyen sobre el nivel de almidón dañado de las harinas (Hevia y López, 1996).

Los resultados obtenidos a través de los análisis proyectados en la Tabla A.9., se observa como promedio mínimo de 6,67% correspondiente al pasaje H y un máximo de 24,43% correspondiente al pasaje R4. En un diagrama clásico el grado de almidones dañados pueden variar del simple al doble entre el primero y último triturador, y del simple al triple entre las colas y las cabezas de trituración y compresión (Calaveras Jesúa, 2004). Si tomamos en cuenta el pasaje R4 tenemos como resultado que brinda mayor porcentaje de almidones dañados debido a que es uno de los pasajes de trituración en donde se ejerce mayor presión en el trigo. En cambio, con el pasaje H no ocurre dicha acción, ya que, por ser el último pasaje de molienda no existe mayor presión y por lo tanto brinda poco porcentaje de almidones dañados.

El almidón dañado presente en una harina influye sobre la actividad diastásica, las características reológicas y el valor para la panadería, ya que,

con el incremento excesivo de almidones dañados existe mayor absorción de agua pero con un debilitamiento en el amasado observándose una pérdida en la calidad tecnológica en panificación, en cambio cuando existe un valor mínimo de almidones dañados, la harina no absorbe mayor cantidad de agua generando poco rendimiento e igualmente disminuiría la calidad del pan.

La cantidad de almidones dañados que aporta cada pasaje de molienda a la harina resultante, se basó tomando en cuenta la cantidad de harina producida por minuto (caudal másico) en cada pasaje (Kg/min). El resultado del cálculo del caudal con el porcentaje de almidones dañados obtenidos en cada pasaje se puede observar en la tabla N°6 que se presenta a continuación:

**TABLA N°6: CANTIDAD DE ALMIDONES DAÑADOS APORTADOS EN
DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (Kg/min)**

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
R1	0,30	0,33	0,29	0,31
R2	0,55	0,54	0,31	0,46
R3	0,24	0,30	0,28	0,27
R4	0,28	0,28	0,27	0,28
Div 1 y 2	0,22	0,23	0,21	0,22
Div 4	0,05	0,05	0,05	0,05
A	0,48	0,67	0,62	0,59
B	0,68	0,99	0,90	0,86
C	0,63	0,73	0,66	0,67
D	0,36	0,47	0,36	0,40
E	0,08	0,09	0,07	0,08
B2	0,13	0,17	0,15	0,15
F	0,03	0,03	0,03	0,03
G	0,20	0,14	0,17	0,17
H	0,01	0,02	0,01	0,01

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de la Industria "Molinos Miraflores"

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

Como promedio mínimo de aporte de 0,01Kg/min a la harina final corresponde al pasaje H y un máximo de 0,86Kg/min correspondiente al pasaje B. Lo cual concuerda con los resultados presentados en la Tabla A.9.

Los resultados del contenido de almidones dañados fueron puestos a prueba para comprobar de manera estadística que el pasaje que aporta mayor contenido de almidones dañados es el pasaje B, y al efectuar un gráfico de control que se muestra en el Gráfico C.5, mostró a nivel estadístico que el

pasaje B y C se encuentra fuera del límite superior establecido, en cambio con lo que respecta al resto de pasajes, éstos se encuentran dentro de los límites de control, siendo igualmente los últimos pasajes que brindan menor cantidad.

4.1.2. Análisis Farinográfico

A continuación se presenta el análisis de farinografía, el cual permite reproducir en forma visual el conjunto de características de calidad de la harina en donde se mide la consistencia de una masa que se forma a partir de harina y agua, cómo se desarrolla y cómo se va modificando con el transcurso del tiempo.

Una vez obtenido el farinograma, éste muestra la resistencia que opone la masa a un trabajo mecánico continuo en función del tiempo, la curva aumenta hasta un máximo de consistencia e indica que las proteínas de la harina se han desdoblado en gluten y cae, debido a que pierde resistencia. (Pantanelli Andrea ,2003). Dichos análisis permiten extraer conclusiones acerca de la aptitud industrial de la harina. Ver ANEXO C: FARINOGRAMAS.

Para obtener una mejor ilustración de los resultados obtenidos de todo el análisis farinográfico se presenta a continuación una tabla que resume los promedios obtenidos de las replicas de los diferentes tipos de harinas de cada pasaje de molienda:

TABLA N°7: ENSAYO DE FARINOGRAFÍA

PASAJES	ESTABILIDAD (min)	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA (%)	TIEMPO DE DESARROLLO (min)	ÍNDICE DE TOLERANCIA (UF)	GRADO DE DECAIMIENTO A LOS 10MIN (UF)	GRADO DE DECAIMIENTO A LOS 20MIN (UF)
<i>R1</i>	20,00	61,33	5,5	56,7	8,3	15,0
<i>R2</i>	20,00	60,87	6,3	63,3	3,3	23,3
<i>R3</i>	20,00	64,27	6,5	63,3	3,3	16,7
<i>R4</i>	20,00	72,20	6,0	53,3	23,3	26,7
<i>Div 1 y 2</i>	23,00	61,93	7,2	60,0	10,0	16,7
<i>Div 4</i>	3,00	71,33	4,5	46,7	66,7	56,7
<i>A</i>	9,00	61,27	5,3	60,0	30,0	53,3
<i>B</i>	11,00	62,60	6,2	46,7	21,7	43,3
<i>C</i>	9,50	61,87	3,5	50,0	26,7	50,0
<i>D</i>	10,50	61,87	4,8	56,7	50,0	60,0
<i>E</i>	5,50	65,00	4,3	53,3	43,3	70,0
<i>B2</i>	3,50	65,27	4,5	46,7	46,7	60,0
<i>F</i>	3,00	69,00	3,3	50,0	56,7	70,0
<i>G</i>	4,00	66,60	3,3	43,3	63,3	73,3
<i>H</i>	4,00	62,93	2,8	50,0	60,0	90,0

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

La Tabla N°7 brinda una idea clara y general, debido a que los resultados poseen una íntima relación con los análisis físico-químicos, en donde, indicaban que los pasajes que aportan mayor calidad al producto son los primeros pasajes entre ellos tenemos: R1, R2, R3, R4, cosa muy distinta a los pasajes de compresión o de cola, ya que por el exceso de compresión y/o purificación del producto este va perdiendo calidad en forma secuencial. Los resultados de los últimos pasajes como tenemos: F, G, H por sus características físico-químicas y examinando el análisis farinográfico nos recalca que existen problemas de calidad.

Cabe indicar que el parámetro principal a evaluarse en la farinografía corresponde a la estabilidad, ya que con ello se va a identificar el aporte de calidad panadera de cada fracción de molienda (pasaje) a la harina final (total), debido a que el resto de análisis en forma general se reflejan en resumen en la estabilidad.

Análisis Farinográfico; *Estabilidad de la harina*

La estabilidad corresponde al tiempo transcurrido entre el punto en que la parte superior de la curva alcanza la línea de 500 unidades farinográficas (valor estandarizado de consistencia óptima) y el punto en que la misma parte superior de la curva cruza nuevamente la línea de 500 unidades.

La estabilidad nos proporciona una indicación sobre la tolerancia al mezclado de las harinas. Los valores reportados por Recalde y Rodríguez (2003) presentan valores promedios con un mínimo de 9 y un máximo de 16,2 minutos de estabilidad, para una harina utilizada en panificación, en cambio los resultados obtenidos a través de los análisis proyectados en la Tabla A.10 muestran que, los pasajes que no generan buena estabilidad son Div4 (3min), B2 (3,5min), F(3 min), G (4min), H(4min), en cambio los pasajes que generan buena estabilidad son todas las roturas (20min) incluyendo el Div1 y 2 (23min).

Los pasajes de todas las roturas (R1, R2, R3, R4) incluyendo al Div 1 y 2 brindan mayor estabilidad debido a que pertenecen al grupo de iniciación de la molienda, es decir, la harina flor, por lo tanto presentan las mejores características si hacemos comparación con los otros análisis de farinografía.

Para visualizar de manera estadística los resultados se efectuó un gráfico de control, Gráfico C.6., en donde muestra la estabilidad que brinda cada pasaje y el comportamiento que tiene cada uno de ellos en el proceso de molienda, afirmando los pasajes que aportan mayor calidad panadera a la harina son: las primeras roturas que inclusive supera el límite superior establecido proporcionando un balance de calidad con los últimos pasajes.

Los análisis nos brindan un criterio óptimo para tomar la decisión de ejecutar acciones correctivas para un mejoramiento de la calidad de la harina de trigo.

A continuación se mostrarán el resto de resultados del análisis farinográfico pero cabe indicar como se mencionó anteriormente que cada resultado conlleva una relación directa con la estabilidad.

Análisis Farinográfico; *Absorción de Agua*

La absorción de agua se define como el porcentaje de agua, necesaria para obtener una masa de consistencia de 500 Unidades Brabender (UB) respecto al peso de harina.

Recalde y Rodriguez (2003), reportan valores promedios con un mínimo de 64,8% y un máximo de 66,2% de absorción de agua, para una harina utilizada en panificación. Al observar la Tabla A.11 y al compararla con los datos bibliográficos podemos mencionar que la mayoría de los pasajes se encuentran

fuera de los rangos establecidos pero cercana al valor mínimo, dándonos un promedio general de 64,56%.

El porcentaje de absorción de agua depende de muchos factores como es la calidad misma del trigo en sus propiedades físico-químicas, pero en la industria molinera para mejorar a la materia prima se adiciona a la harina mezclada de todos los pasajes enzimas y oxidantes que contribuyen considerablemente en dar una mejor consistencia y masas menos pegajosas lo cual conlleva a un alto rendimiento.

Para comprobar a nivel estadístico los datos obtenidos se efectuó un gráfico de control, Gráfico C.7., en donde se observa el comportamiento que tiene cada uno de los pasajes con lo que respecta al porcentaje de absorción de agua, en donde solo el pasaje de rotura R4 con un 72,2% de absorción de agua se encuentra fuera del límite superior sin causar daño alguno a la harina final.

En cambio los pasajes restantes se encuentran dentro de los límites de aceptación lo cual conlleva a la conclusión que, en cuanto respecta al porcentaje de absorción de agua el desenvolvimiento de cada pasaje se encuentra en un nivel aceptable.

Análisis Farinográfico; *Tiempo de Desarrollo*

El tiempo de desarrollo muestra el comportamiento de la masa el cual permite diferenciar harinas de amasado lento o rápido. Recalde y Rodríguez (2003) reportan valores promedios con un mínimo de 2.5 y un máximo de 4.7 minutos de Tiempo de Desarrollo, para una harina utilizada en panificación. Los resultados obtenidos a través de los análisis proyectados en la Tabla A.12., muestran que, los pasajes que necesitan mayor tiempo de amasado son los primeros pasajes de molienda con un promedio de 6,3 minutos cosa muy

contraria que sucede con los últimos pasajes como tenemos al pasaje H con 2,8 minutos.

Al efectuar un gráfico de control Gráfico C.8., en donde se observa el comportamiento que tiene cada uno de los pasajes de molienda dentro de estándares estadísticos, reafirmando que, los primeros pasajes brindan mayor tiempo de amasado a la harina final pero aún así se encuentran dentro de los límites de tolerancia algo muy contrario a lo que sucede con el último pasaje H, ya que éste presenta menor tiempo de desarrollo a lo permitido y por la cantidad pobre de componentes que posee, no es beneficioso para la calidad de la harina.

Análisis Farinográfico; *Índice de Tolerancia*

El índice de tolerancia muestra el comportamiento de la masa el cual permite diferenciar la tolerancia máxima al amasado de la mínima.

Los resultados obtenidos a través de los análisis proyectados en la Tabla A.13 muestran que, todos los pasajes poseen buen índice de tolerancia al amasado de acuerdo a los reportados por Recalde y Rodríguez (2003), que proponen valores promedios con un mínimo de 20 y un máximo de 50 UF de Índice de Tolerancia al Amasado, para una harina utilizada en panificación, lo cual concuerdan con los resultados obtenidos en todos los pasajes de molienda obteniendo como promedio de 53,33 UF.

Para obtener una mejor ilustración de los resultados se efectuó un gráfico de control, Gráfico C.9., en donde se observa el comportamiento que tiene cada uno de los pasajes de manera estadística, los cuales dan una tendencia descendente con lo que respecta al índice de tolerancia al amasado, pero aún así, éstos se mantienen dentro de los límites permitidos. Cabe mencionar que los últimos pasajes son aquellos que persisten en mantenerse a niveles bajos,

lo cual confirma que estos pasajes son la causa de la disminución de la calidad de la harina (F, G, H).

Análisis Farinográfico; *Grado de Decaimiento a los 10 minutos*

Los resultados obtenidos a través de los análisis proyectados en la Tabla A.14., muestran que, los pasajes que poseen un grado de decaimiento mayor son los últimos pasajes de molienda, en cambio los pasajes que poseen un grado de decaimiento menor son los primeros pasajes de rotura de molienda del grano de trigo.

Para analizar y visual los resultados se efectuó un gráfico de control, Gráfico C.10., en donde se muestra el comportamiento que tiene cada uno de los pasajes con lo que respecta al grado de decaimiento a los 10 minutos dándonos una idea clara que, los primeros pasajes poseen poco decaimiento a los 10 minutos y los últimos pasajes decayeron en forma muy rápida.

El grado de decaimiento a los 10 minutos afirma que todos los análisis farinográficos se comprimen y tienen una tendencia igual al de la estabilidad, en donde mostró que el problema de la disminución de calidad de la harina recae en los últimos pasajes de molienda (F, G, H).

Análisis Farinográfico; *Grado de Decaimiento a los 20 minutos*

Los resultados proyectados en la Tabla A.15., muestran que, los pasajes que poseen un grado de decaimiento a los 20 minutos son los últimos pasajes de molienda, en cambio los pasajes que poseen un grado de decaimiento menor son los primeros pasajes de rotura de molienda del grano de trigo. Dichos resultados concuerdan con los análisis proyectados en la Tabla A.14.

Para justificarlo mejor de manera estadística, se efectuó un gráfico de control, Gráfico C.11., en donde se observa que el comportamiento de los pasajes a un grado de decaimiento a los 20 minutos tiene mucha relación con lo que se mencionó anteriormente, ya que, los primeros pasajes poseen un comportamiento estable, lo cual no sucede con los últimos pasajes.

Cabe mencionar que el análisis farinográfico muestra claramente el comportamiento de la harina, antes, durante y luego del amasado, por lo tanto, todos los análisis concuerdan en que, una solución posible para el mejoramiento de la harina de trigo panadera sería eliminar o redistribuir los pasajes problema, entre ellos tenemos los pasajes F, G, H.

4.1.3. Análisis Sensorial, Físico-Químico y Farinográfico

Entre los pasajes problema están los pasajes de cola, especialmente el pasaje H. Para tener el criterio si es posible mejorar la calidad de la harina panadera redistribuyendo el pasaje H se procedió a realizar el análisis sensorial panadero de la harina con modificación (Prueba) en comparación con la harina sin ninguna modificación (Testigo), ANEXO D7, e igualmente los análisis físico-químicos y farinográficos para así sustentar los resultados.

Para el análisis sensorial se realizaron cataciones a 12 panelistas en donde se calificó según la norma INEN 530 ANEXO D6 la calidad de las muestras de pan.

Para un entendimiento global de los resultados de los catadores a las diferentes muestras de pan con respecto a las características que propone la norma INEN 530 se presenta a continuación en Tabla N°8:

**TABLA N°8: DATOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL
ENSAYO DE PANIFICACIÓN: PRUEBA VS TESTIGO**

Catadores	Suma	
	Prueba	Testigo
1	95	95
2	95	70
3	95	70
4	95	95
5	90	70
6	60	55
7	95	80
8	90	70
9	90	60
10	95	75
11	75	60
12	95	60
Promedios	89,17	71,67

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de la Industria “Molinos Miraflores”

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

Los resultados obtenidos nos indican que al promediar las calificaciones de los 12 catadores proyectados en las tablas: Tabla N°18, Tabla A.16., y Tabla A.17., manifiestan que la muestra testigo posee un promedio de 71,67 puntos, lo que en comparación con la calificación de la prueba de 89,17 puntos, fue menor; por tal razón nos brinda ya un entendimiento que el pan de prueba fue mejor que el testigo (ver ANEXO C: ENSAYOS DE PANIFICACIÓN, ANEXO E: FOTOGRAFÍAS), y según la norma INEN 530 un pan ideal reúne máximos de 100 puntos siendo un puntaje de aceptación el cual alcanza un mínimo de 50 puntos. Por tal razón, las dos muestras son aceptables pero la mejor es la muestra de prueba que se obtuvo redistribuyendo el pasaje H.

Análisis Sensorial del Pan: *Color de la Corteza*

Como conclusión podemos mencionar que el pan de prueba (con modificación) no es igual al pan testigo (sin modificación), ya que por medio de cálculos estadísticos utilizando la tabla de contingencia de ji-cuadrado para el color de la corteza mostrado en la Tabla A.18 y según las hipótesis planteadas, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.

La hipótesis alternativa muestra que la corteza del pan de prueba posee una diferencia significativa con respecto al pan testigo determinada por el catador y analizada a un nivel de confianza del 0,95, siendo $X^2_c = 6,1714$, el cual se encuentra en la zona de rechazo.

Análisis Sensorial del Pan: *Apariencia y Simetría*

De los resultados obtenidos podemos mencionar que el pan de prueba (con modificación) no es igual al pan testigo (sin modificación), ya que por medio de cálculos estadísticos utilizando la tabla de contingencia de ji-cuadrado para la apariencia y simetría mostrado en la Tabla A.19. y según las hipótesis planteadas, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.

La hipótesis alternativa muestra que la apariencia y simetría del pan de prueba posee una diferencia significativa con respecto al pan testigo determinada por el catador y analizada a un nivel de confianza del 0,95, siendo $X^2_c = 10,9714$, el cual se encuentra en la zona de rechazo.

Análisis Sensorial del Pan: *Sabor*

Los resultados obtenidos muestran que el pan de prueba (con modificación) es igual al pan testigo (sin modificación), ya que por medio de cálculos estadísticos utilizando la tabla de contingencia de ji-cuadrado para el

sabor mostrado en la Tabla A.20 y según las hipótesis planteadas, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa.

La hipótesis nula muestra que el sabor del pan de prueba no posee una diferencia significativa con respecto al pan testigo determinada por el catador y analizada a un nivel de confianza del 0,95, siendo $X^2_c = 1,0435$, el cual se encuentra en la zona de aceptación.

Análisis Sensorial del Pan: *Color de la Miga*

Respecto a los resultados del color podemos mencionar que el pan de prueba (con modificación) no es igual al pan testigo (sin modificación), ya que por medio de cálculos estadísticos utilizando la tabla de contingencia de ji-cuadrado para el color de la miga mostrado en la Tabla A.21 y según las hipótesis planteadas, aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

La hipótesis alternativa muestra que el color de la miga del pan de prueba posee una diferencia significativa con respecto al pan testigo determinada por el catador y analizada a un nivel de confianza del 0,95, siendo $X^2_c = 4,4444$, el cual se encuentra en la zona de rechazo.

Análisis Sensorial del Pan: *Textura de la Miga*

Como conclusión podemos mencionar que el pan de prueba (con modificación) es igual al pan testigo (sin modificación), ya que por medio de cálculos estadísticos utilizando la tabla de contingencia de ji-cuadrado para la textura de la miga mostrado en la Tabla A.22 y según las hipótesis planteadas, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa.

La hipótesis nula muestra que la textura de la miga del pan de prueba no posee una diferencia significativa con respecto al pan testigo determinada por el catador y analizada a un nivel de confianza del 0,95, siendo $X^2_c = 0,8889$, el cual se encuentra en la zona de aceptación.

Análisis Sensorial del Pan: *Grano de la Miga*

Como conclusión podemos mencionar que el pan de prueba (con modificación) no es igual al pan testigo (sin modificación), ya que por medio de cálculos estadísticos utilizando la tabla de contingencia de ji-cuadrado para el grano de la miga mostrado en la Tabla A.23 y según las hipótesis planteadas, aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

La hipótesis alternativa muestra que el grano de la miga del pan de prueba posee una diferencia significativa con respecto al pan testigo determinada por el catador y analizada a un nivel de confianza del 0,95, siendo $X^2_c = 13,5944$, el cual se encuentra en la zona de rechazo.

Análisis Físico-Químicos y Farinográficos

Para sustentar los resultados panaderos se efectuaron análisis físico-químicos de la harina 2, la cual es la harina muestra lograda de la redistribución del pasaje H, obteniendo como resultados:

- % Gluten Húmedo : 28,35%
- %Cenizas : 0,66%
- % de Humedad : 13,34%
- % de Almidones Dañados : 17,28%

Igualmente se realizó análisis farinográficos, el cual se puede visualizar en el Gráfico C.64 obteniendo como resultados:

- Tiempo de Desarrollo : 5,5 min
- Estabilidad :12,50 min
- Índice de Tolerancia : 60 UF
- Grado de Decaimiento a los 10 min : 20 UF
- Grado de Decaimiento a los 20 min : 50 UF

Al comparar los resultados obtenidos de la muestra testigo y la muestra de prueba podemos mencionar que existió una mejoría en todo sentido, ya sea físico-químico y farinográfico, así:

- El porcentaje de Gluten húmedo de la muestra testigo fue de 28,38% mientras que el porcentaje de Gluten húmedo de la muestra de prueba fue de 28,35%, existiendo una disminución de 0,03% a la harina final, la cual es imperceptible debido a que en el pasaje H aporta una mínima cantidad de gluten, sin dañar o mejorar a la harina final.
- El porcentaje de Cenizas de la muestra testigo fue de 0,77%, mientras que el porcentaje de Cenizas de la muestra de prueba fue de 0,66%, existiendo una disminución del 0,11% del contenido de cenizas a la harina final mejorando la calidad de la harina con lo que respecta al color e igualmente al color del pan; al rendimiento panadero en la harina y al volumen del pan.

- El porcentaje de Humedad de la muestra testigo fue de 13,23%, mientras que el porcentaje de Humedad de la muestra de prueba fue de 13,34% existiendo un aumento de humedad de 0,11%, lo cual a la harina final no perjudica debido a que se encuentra dentro de los estándares pero generando un rendimiento a la empresa.
- El porcentaje de Almidones Dañados de la muestra testigo fue de 17,20%, mientras que el porcentaje de Almidones Dañados de la muestra de prueba fue de 17,28% existiendo un aumento de 0,08%, lo cual provoca mejor rendimiento tanto a nivel industrial como panadero.
- Con lo que respecta a farinografía, el indicativo directo de la mejoría de la harina se puede visualizar y comprar en los Gráficos C.63 y C.64, en donde la estabilidad mejoró de 9,5 minutos (muestra testigo) a 12,50 minutos (muestra de prueba); el tiempo de desarrollo de 5 minutos mejoró a 5,5 minutos; el índice de tolerancia al amasado mejoró de 50 Unidades Farinográficas (UF) a 60 Unidades Farinográficas (UF); el Grado de Decaimiento a los 10 minutos cambió de 0 UF a 20UF; el Grado de Decaimiento a los 20 minutos cambió de 60 UF a 50 UF.

4.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Mediante el análisis e interpretación de los resultados podemos tomar una decisión clara que muestra que la hipótesis nula es equivocada por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa la cual menciona que se identificó variación significativa en los pasajes de molienda al realizar la evaluación físico-química y farinográfica de las distintas harinas de trigo obtenidas en el proceso de molienda de la industria "MOLINOS MIRAFLORES".

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los resultados de la determinación de las propiedades físico-químicas en lo referente al porcentaje de humedad: el pasaje R2 (siendo la segunda rotura de molienda de trigo) es de 13,77%, siendo éste valor el máximo encontrado de todos los pasajes estudiados, debido a que la fracción de grano molido en este pasaje contiene mayor cantidad de humedad, en cambio en el pasaje F el porcentaje mínimo fue de 12,64%, debido a que el proceso de molienda genera una disminución de humedad; en el porcentaje de gluten: el pasaje R4 (siendo el último pasaje de rotura del trigo) es de 39,0%, debido a que el producto obtenido procede del interior del endospermo y tiene una alta porción de glutenina y gliadina, en cambio el pasaje H el porcentaje mínimo fue de 23,5%, debido a que el producto obtenido proviene de la parte externa del grano que es rica en enzimas mas no de glutenina y gliadina; en el porcentaje de almidones dañados: el pasaje R4 es de 24,43%, siendo éste valor el máximo encontrado debido a que es uno de los pasajes de trituración en donde se ejerce mayor presión en el trigo, y en el pasaje H el porcentaje mínimo fue de 6,67%, por ser el último pasaje de molienda no existe mayor presión y por lo tanto brinda poco porcentaje de almidones dañados; en cambio en el porcentaje de cenizas: el pasaje Div4 es de 2,06% siendo éste el valor máximo encontrado debido a que se trata de obtener la mayor extracción posible del pericarpio puesto que el

trigo se somete a un trabajo más fuerte en los rodillos para lograr mayor rendimiento, en cambio el pasaje B es de 0,42% siendo éste el valor mínimo debido a que es el producto obtenido de los pasajes que proceden del endospermo siendo éste más puro. Con lo que respecta a los análisis farinográficos en lo referente al tiempo de desarrollo, índice de tolerancia, absorción de agua, grado de decaimiento a los 10 y 20 minutos, tiempo de amasado en forma general se reflejan en resumen en la estabilidad, en donde, los pasajes que no generan buena estabilidad son Div4(3min), B2 (3,5min), F(3 min), G(4min), H(4min), en cambio los pasajes que generan buena estabilidad son todas las roturas R1, R2, R3, R4(20min) incluyendo el Div1 y 2(23min) debido a que pertenecen al grupo de iniciación de la molienda, es decir harinas de buenas características panaderas por lo tanto se presentan mejores en comparación con los otros análisis de farinografía de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida en cada pasaje de molienda de la industria "MOLINOS MIRAFLORES" y resultando de la siguiente manera: los primeros pasajes de molienda brindan a la harina final mejor calidad y cantidad de componentes, mientras que en los últimos pasajes sucede lo contrario.

- La variación de las características físico-químicas y farinográficas de la harina de las primeras etapas R1, R2, R3, R4 con las últimas etapas F, G, H de molienda han ayudado a determinar que el factor que contribuye a disminuir la calidad de la harina se basa en que el grano de trigo es sometido a un proceso de molienda muy rígido, (exceso de molienda para generar mayor rendimiento) produciéndose así una disminución de calidad causada en los últimos pasajes de molienda, por lo que al crear una serie de procedimientos específicos (grado de compresión, abertura de las mallas) para mejorar la calidad de la harina panadera sin alterar mayormente la molienda y sobre todo sin causar pérdidas económicas a la industria "MOLINOS MIRAFLORES" resultó muy beneficioso.

- Al realizar los análisis farinográficos y físico-químicos de cada uno de los pasajes de molienda de la industria “MOLINOS MIRAFLORES” se aplicó un método de control estadístico: gráficos de control para cada uno de los análisis y así verificar de una manera gráfica la calidad de la harina que es producida en cada etapa del proceso; permitiendo identificar las variaciones que se produjeron entre todos los pasajes siendo el último pasaje de molienda es decir, el pasaje H, el causante que disminuye la calidad panadera ya que presentó muy malas características físico-químicas que aportan a la harina final tomando en cuenta el flujo que circula dando como resultados: 0,04Kg/min de gluten; 0,0011Kg/min de cenizas; 0,023Kg/min de humedad; 0,01Kg/min de almidones dañados y farinográficas; 2,8 minutos de tiempo de desarrollo; 4,67 minutos de estabilidad; 50 Unidades Farinográficas (UF) de índice de tolerancia; 60 UF de grado de decaimiento a los 10 minutos; 90 UF de grado de decaimiento a los 20 minutos, que aporta a las características panaderas a la harina final.
- Al haber ya determinado que la disminución de la calidad de la harina de trigo es causado por las malas características físico-químicas y farinográficas del último pasaje de molienda (H) que aporta a la harina final, se propuso como solución práctica la redistribución del proceso de molienda eliminando así dicho pasaje, el cual al comparar el resultado del análisis panadero incluido el pasaje H (harina de muestra testigo) con el resultado del análisis con los cambios efectuados (eliminado H; muestra de prueba), se observó mejoras en el tamaño de la miga, color de la corteza, volumen, anchura y altura del pan. Dicha prueba además se sustenta con los análisis físico-químicos dando como resultados: el porcentaje de gluten húmedo de la muestra testigo fue de 28,38% mientras que el porcentaje de gluten húmedo de la muestra de prueba fue de 28,35%, existiendo una disminución de 0,03% a la harina final, la cual es imperceptible debido a que en el pasaje H aporta una mínima cantidad de gluten, sin dañar o mejorar a la harina

final; el porcentaje de cenizas de la muestra testigo fue de 0,77%, mientras que el porcentaje de cenizas de la muestra de prueba fue de 0,66%, existiendo una disminución del 0,11% del contenido de cenizas a la harina final mejorando la calidad de la harina con lo que respecta al color, igualmente al color volumen y al rendimiento del pan; el porcentaje de humedad de la muestra testigo fue de 13,23%, mientras que el porcentaje de humedad de la muestra de prueba fue de 13,34% existiendo un aumento de humedad de 0,11%, lo cual a la harina final no perjudica debido a que se encuentra dentro de los estándares generando un rendimiento a la empresa; el porcentaje de almidones dañados de la muestra testigo fue de 17,20%, mientras que el porcentaje de almidones dañados de la muestra de prueba fue de 17,28% existiendo un aumento de 0,08%, lo cual provoca mejor rendimiento tanto a nivel industrial como panadero. Con lo que respecta a farinografía, el indicativo directo de la mejoría de la harina se puede visualizar y comprar en los Gráficos C.63 y C.64, en donde la estabilidad mejoró de 9,5 minutos (muestra testigo) a 12,50 minutos (muestra de prueba); el tiempo de desarrollo de 5 minutos mejoró a 5,5 minutos; el índice de tolerancia al amasado mejoró de 50 Unidades Farinográficas (UF) a 60 Unidades Farinográficas (UF); el Grado de Decaimiento a los 10 minutos cambió de 0 UF a 20UF; el Grado de Decaimiento a los 20 minutos cambió de 60 UF a 50 UF. Dando en todo sentido una mejora a la harina panadera siendo éste el resultado positivo y esperado de toda la investigación.

5.2. RECOMENDACIONES

- El trabajo investigativo tuvo la finalidad de conocer la secuencia de acontecimientos tanto físico-químicos como farinográficos de la harina obtenida del proceso de molienda para poder determinar las alteraciones que se dan lugar y así mejorar la calidad del producto, por lo cual se recomienda a la fábrica realizar un chequeo continuo de todas las máquinas sobre todo en los cernedores realizando un programa de mantenimiento preventivo.
- Se recomienda a la empresa “MOLINOS MIRAFLORES” que efectúe análisis continuos y periódicos pudiéndose basar en las curvas de control efectuadas en el presente trabajo investigativo para así poder llegar a un cierto nivel de calidad de producción a tiempo.
- Para mantener los resultados de mejora en la fábrica “MOLINOS MIRAFLORES” se recomienda brindar capacitación a todo el personal de producción y laboratorio sobre buenos procedimientos de molienda, ya que todos son responsables de aplicar las normativas necesarias para mantener la calidad de la harina y el prestigio de la fábrica.
- Para mejorar los procesos de molienda se recomienda efectuar estudios para determinar el desenvolvimiento actual de cada una de las máquinas y así sugerir actualización de tecnología para mejorar el procedimiento de molienda aumentando el rendimiento sin disminuir la calidad de la harina.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Título: “Desarrollo de métodos de control de parámetros Físico-Químico y Farinográfico de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida en los pasajes de molienda de la industria “MOLINOS MIRAFLORES”

Institución Ejecutora: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Laboratorio Unidad Operativa de Investigaciones en Tecnología de Alimentos UOITA.

Industria Molinera “MOLINOS MIRAFLORES S.A”

Beneficiarios: Industria Molinera “MOLINOS MIRAFLORES S.A”

Ubicación: Ambato-Ecuador

Tiempo estimado para la ejecución: 12 meses

Inicio: Febrero 2010

Final: Febrero 2011

Equipo técnico responsable: Egda. María José Cazares

Costo: 11.550,00 (USD\$)

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La calidad de un producto depende a parte de la materia prima de la eficiencia del proceso, el cual, para que los resultados sean repetitivos, se debe efectuar análisis técnicos que determinará si el proceso está en buenas condiciones o en condiciones deficientes.

La química y el análisis de los alimentos son disciplinas muy amplias que se basan en los principios de la fisicoquímica, química orgánica, biología y química analítica. Los avances en estas ciencias realizados en los siglos XIX y XX han tenido un efecto importante en la comprensión de muchos aspectos de la ciencia y tecnología de alimentos y han sido decisivos en el mejoramiento de la cantidad, calidad y disponibilidad del suministro de alimentos a nivel mundial.

El análisis de alimentos es la disciplina que se ocupa del desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos para evaluar las características de alimentos y de sus componentes.

La propuesta del presente estudio se fundamenta en realizar análisis continuos y periódicos en la industria "MOLINOS MIRAFLORES" para mejorar la calidad de su producción e implementar parámetros estandarizados para cada etapa del proceso molienda de trigo.

6.3. JUSTIFICACIÓN

El proceso gradual de ruptura del grano de trigo, la recuperación de endospermo adherido al salvado y finalmente la reducción del endospermo a harina, generan innumerables corrientes de productos en un diagrama de molienda industrial. Después de cada etapa de reducción de tamaño, el material es derivado a la zona de tamices para efectuar la separación de las distintas

fracciones, de acuerdo a su tamaño y luego según su densidad. (Villanueva, *et al.*, 2001).

Por lo cual al realizar un historial completo del comportamiento tanto físico-químico y farinográfico de la harina de cada una de las etapas del proceso de molienda mediante gráficos estadísticos de control se puede verificar el desempeño de cada una en forma visual e identificar claramente posibles alteraciones y soluciones para el proceso de molienda.

Los análisis que se proponen de manera continua son los análisis físico-químicos, en cambio los que se proponen como periódicos son los farinográficos para así verificar el proceso de molienda en un nivel más profundo.

Por lo tanto al tener mayor cantidad de información de lo que sucede en cada etapa de molienda de la empresa “MOLINOS MIRAFLORES” ésta puede tomar decisiones en la calibración de las maquinarias y si fuera el caso de captar serias alteraciones que no se puede resolver, la empresa tendría la capacidad de realizar cambios en el lugar exacto del acontecimiento para así lograr mejorar la calidad de la harina.

6.4. OBJETIVOS

Objetivo General

- Generalizar los límites de control de los resultados de la evaluación Físico-Químico y Farinográfico de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida en los pasajes de molienda de la industria “MOLINOS MIRAFLORES”

Objetivos Específicos

- Aplicar evaluaciones Físico-Químicos y Farinográficos de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida en los pasajes de molienda de forma continua y periódica
- Implementar gráficos de control según los análisis Físico-Químicos y Farinográficos de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida en los pasajes de molienda
- Estandarizar los límites de aceptación de las características físico-químicas y farinográficas de todo el proceso de molienda

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El desarrollo del trabajo de estudio se basa en una investigación directa, ya que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio. Está ligada con la bibliográfica y experimental, pues con ello se alcanzan objetivos de predicción y de control en relación con la propuesta puesta a prueba basados en preguntas hipotéticas del futuro o del pasado a partir de datos actuales; por lo que esta investigación necesita de laboratorios que brinden las facilidades para llevar a cabo, puesto que se podrá analizar las causas y efectos de las variables, entendiendo la naturaleza e implicaciones sobre el problema.

El trabajo de desarrollar métodos de control de parámetros Físico-Químico y Farinográfico de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida en los pasajes de molienda de la industria “MOLINOS MIRAFLORES” y lograr estandarizar el proceso es un estudio muy necesario para el avance de la empresa y así lograr mejorar la calidad de la harina sin generar mayores costos.

Además otro beneficio es el poder tener el conocimiento del estado de la maquinaria y así poder tomar decisiones correctivas si fuera necesario.

TABLA N°9: PRESUPUESTO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA

	PRESUPUESTO APORTADO POR LA U.T.A	PRESUPUESTO APORTADO POR EL GRADUADO	PRESUPUESTO APORTADO POR LA EMPRESA
RECURSOS HUMANOS			
TUTOR	1.800,00	125,00	
RECURSOS FÍSICOS			
Materias Primas			8.000,00
Uso de Laboratorio	25,00		1.200,00
Materiales de Escritorio		50,00	100,00
RECURSOS ECONÓMICOS			
Transporte		50,00	
Imprevistos		100,00	
Publicaciones		100,00	
SUMAN	1.825,00	425,00	9.300,00
		TOTAL	11.550,00

Elaborado por: María José Cazares

- **Costo total estimado:** \$11.550,00
- **Aporte por la Universidad Técnica de Ambato (FCIAL):** \$1.825,00
- **Aporte por la Empresa “Molinos Miraflores”:** 9.300,00
- **Aporte otros:** \$425

6.6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO

La harina de trigo es un producto que se obtiene al moler el grano de trigo libre de sus envolturas celulósicas, en donde para medir su calidad panadera se utiliza varios métodos como tenemos la evaluación físico-química y la evaluación farinográfica, el cual mide la consistencia de la masa mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y la absorción del agua necesaria para alcanzar esta consistencia. El principio de la medida se basa en el registro de la resistencia que la masa opone a una acción mecánica constante en unas condiciones de prueba invariables (Pantanelli, 2003).

Por ello, al poder obtener la información del comportamiento que posee cada fracción de harina en el proceso de molienda, brinda un mejor entendimiento del funcionamiento de cada etapa de molienda y así poder tomar soluciones correctivas para estandarizar dicho proceso.

Es así como según Pino Navarro (2005), en el estudio de la “Caracterización De Harinas De Uso Repostero”, presenta un estudio completo realizado sobre datos reales de fabricación de productos de repostería aplicando los análisis respectivos de harina, y un tratamiento estadístico posterior de los datos. Una vez determinados los parámetros de harina que permiten diferenciar los distintos tipos de éstas aplicados en las líneas de producción, se determinó la influencia que la harina y las distintas etapas de fabricación tienen sobre el producto final, considerando tres productos distintos (bizcocho, magdalenas y hojaldre). Cabe destacar que se han desarrollado métodos útiles para medir y controlar de manera rutinaria características de masas batidas, así como características de textura de masa de hojaldre y de producto terminado. De esta manera, se puede detectar diferencias en las propiedades estudiadas que informen de desajustes en alguna de las fases del proceso. Esto permite a la empresa optimizar sus recursos, aplicándoles a la evaluación de aquellos parámetros detectados como útiles tanto para control de calidad como de

proceso. Este último punto es importante, porque ambos tipos de control son significativos, más aún en empresas que trabajan con sistemas de gestión de calidad tipo ISO 9000.

6.7. METODOLOGÍA MODELO OPERATIVO

Para la realización de los análisis físico-químicos y farinográficos seguimos las normas establecidas, obteniendo muestras de cada pasaje en el momento en que el molino se encuentre moliendo como lo realiza diariamente para así analizar en qué estado se encuentra cada pasaje.

A continuación se muestra en la siguiente Tabla el plan de acción:

TABLA N°10: MODELO OPERATIVO (PLAN DE ACCIÓN)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Desarrollar métodos de evaluación a las harinas de trigo de todos los pasajes de molienda para estandarizar el proceso	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 800	2 meses
2. Financiamiento de la propuesta	Destinar recursos económicos para desarrollo de la propuesta	Convenios con la Empresa Molinos Miraflores	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 8000	1 meses
3. Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de la propuesta.	Pruebas Preliminares sobre análisis Físico-Químico y Farinográficos	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 1200	4 meses
4. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Aplicación de estándares de análisis físico-químicos y farinográficos	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 775	3 meses
5. Evaluación de la propuesta	Comprobar errores y aciertos en el proceso de la implementación	Encuestas a la empresa	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 775	2 meses

Elaborado por: María José Cazares, año 2010

6.8. ADMINISTRACIÓN

TABLA N°11: ADMINISTRACIÓN

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsable
<p>Estandarizar los límites de aceptación de las características físico-químicas y farinográficas de todo el proceso de molienda de la industria Molinos Miraflores</p>	<p>Proceso de molienda de la industria Molinos Miraflores sin estándares definidos de las características físico-químicas y farinográficas</p>	<p>Mayor control del proceso de molienda</p> <p>Mejoramiento de la calidad de la harina de trigo</p>	<p>Realizar evaluación físico-químicas y farinográficas de las harinas obtenidas de cada pasaje de molienda</p> <p>Implementar gráficos de control de todo el proceso según los análisis efectuados</p> <p>Capacitar a todo el personal acerca de la importancia de cumplir los estándares implementados</p>	<p>Investigador : María José Cazares</p>

Elaborado por: María José Cazares, año 2010

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Son necesarios para la toma de decisiones y obtener un resultado óptimo, para contar con clientes satisfechos, obteniendo ganancias y beneficios para la sostenibilidad de la empresa “Molinos Miraflores”.

TABLA N°12: EVALUACIÓN

Preguntas básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> • La Empresa Molinos Miraflores • Los Molineros del País
¿Por qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la calidad de cada fracción de harina del proceso de molienda • Corregir errores en el proceso de molienda
¿Para qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar gráficos de control según los análisis Físico-Químicos y Farinográficos de la harina de trigo obtenida en los pasajes de molienda
¿Qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> • Materias primas. • Tecnología desarrollada. • Análisis realizados • Producto terminado
¿Quién evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> • Tutores • Calificadores
¿Cuándo evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> • Todo el tiempo, desde pruebas preliminares hasta producto terminado
¿Cómo evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante instrumentos de evaluación
¿Con qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> • Experimentación • Normas establecidas

Elaborado por: María José Cazares, año 2010

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

4.1. LIBROS

- Aguirre, A. V.; O. J. Badiall; M. Cantarero; A. E. León; P. D. Ribotta and O. J. Rubiolo. 2002: "Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in argentine triticales". Cereal Res. Com. 30:203-208.
- Avedaño Luis, 1979: "El control a su alcance, serie de conocimientos prácticos", Editorial Norma, primera Edición.
- Barrera, G. N., Pérez, G. T., Ribotta, P. D., León, A. E. 2005: "Influence of damaged starch on cookie and breadmaking quality".
- Bettge, A. D.; C. F. Morris and G. A. Greenblatt. 1995: "Assesgranule-associated friabilin as a biochemical marker". Euphytica 86:65-75.
- Bushuk, W. 1998. Interactions in wheat doughs. In: Interactions: The key to cereal quality. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul MN, USA, 1-16.
- Calaveras Jesús, 2004 "Nuevo tratado de panificación y bollería, editorial Acribia, cuarta edición.
- Dubois. Dubois. M. 1949: "Incidencias del Reglage de la mouture sur les propriétés des FARINES. Bull. Toro. ENSMIC n° 113, 170-187. ENSMIC n ° 113, 170-187.

- Feillet P. 2000, Amidon, pentosanes et lipides en Le Blé de grano, Feillet P; Eds, INRA 147rue edición de l'université 75338 Paris Cedex 07, 57-90. 75338 París Cedex 07, 57-90.
- Fenema Owen, 1985 “Introducción a la Ciencia de los Alimentos” tomo I, Editorial Reverte S.A Barcelona España Pags 342-345, 353, 365.
- Gray, J.A., Bemiller, J.N.2003. Bread Staling: Molecular Basic and Control. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 2: 1 -21.
- Giroux, M. J. and C. F. Morris. 1997. Aglycine change in poroindoline b is associated with wheat grain hardness and low levels of starch-surface friabilin. Theor. Appl. Genet. 95:857-864.
- Hosney, R.C. 1994. Dry milling of cereals. In: Principles of cereal science and technology. American Association of Cereal Chemists, Inc. St Paul MN, USA, 2^{da} Ed. 125-145.
- Kim, Y. S. y R. A.,1999 Flores; Determination of bran contamination in wheat flours using ash content, color, and bran speck counts, Cereal Chem., 76, 957-961.
- León, A. E.;O.J.Rubiolo and M. C. 1996. Use of Triticale Flours in Cookies: Quality Factors. Cereal Chem. 73:779-784.
- Pantanelli, A. 2002. Galletitas. Cadena alimentaria. Alimentos Argentinos 19:47-55.
- Recalde Héctor, Rodríguez Miguel. 2003. “Utilización de las enzimas α -Amilasas y Xilanasas con Ácido L-Ascórbico como mejorantes de las cualidades panarias en la harina de trigo”. Tesis de grado previo a

la obtención del Título de Ingeniero. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador Pags 70

- Viot D. 1992, Amidons endommagés trop, no peu trop, Industrie des céréales, marzo-abril, 25-28.
- Villanueva, R. M.; M. H., Leong; E. S., Posner y J. G., Ponte Jr; 2001 Split milling of wheat for diverse end-use products, Cereal Food World, 46, 363-369.
- Wainwright, A. R.; K. M. Cowley and P. Wade. 1985. Biscuitmaking properties of flours from hard and soft milling single variety wheats. J. Sci. Food Agric. 36:661-668.
- Yamazaki, W. and D. Lod. 1971. Soft wheat products. En: Wheat, chemistry and tecnologia. Ed, Y. Pomeranz. American Association of Cereal Chemists, Inc. St Paul MN, USA, 2^{da} Ed. 743-776.

4.2. INTERNET

- Virginia Gilardi, 2008: “Almidón dañado, su influencia sobre las propiedades funcionales de la harina de trigo”, disponible on line: <http://www.csic.edu.uy> 2004.html.
- Lucas Emilio, 1997: “Elaboración de pan, Biotecnología de la fermentación”, disponible on line: <http://www.monografias.com>.
- Bernabé Carlos J. 2003,” Influencia De Los Componentes De La Harina En La Panificación” disponible on line: <http://www.indespan.com>.

- Dubat– Chopin SAS, 2004: “The importance and impact of Starch Damage and evolution of measuring methods”, disponible on line:
<http://www.inventech.nl/producten/pdf-files/StarchDamage.pdf>.
- Miranda Rafael 2004: “Actividad De Las Amilasas En Panificación” disponible on line:
<http://www.alfa-editores.com>.
- Alberto L., Barrera G., Pérez, G., Ribotta P., Rosell, C. 2007: “Influencia Del Contenido De Almidón Dañado En Las Harinas Sobre El Envejecimiento Del Pan”. Agencia Córdoba Ciencia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Artículo disponible on line:
<http://www.encb.ipn.mx>.
- Torro,C,;P.D.Ribotta, M.H. Morcillo, O.J. Rubiolo, G. T. Pérez y A. E. León. 2003 “Influencia del contenido de almidón dañado sobre la calidad galletera en harinas de Triticale”. Disponible on line:
<http://orton.catie.ac.cr>.
- Gambarotta Lucas, 2005: “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”, Universidad De Belgrano, Departamento De Investigación, Argentina Disponible on line:
www.ub.edu.ar.
- Trigopan, 2010: “Almidon Dañado”, disponible on line:
<http://www.trigopan.com.ar>.
- Andrea Pantanelli, 2003 “Parámetros Industriales de la Calidad del Trigo” Asociación Argentina Pro Trigo. Argentina. Artículo disponible on line:
<http://www.aaprotrigo.org>.

- Gladys Ramirez L. Q.F., 2008: “Los Cereales”, Universidad de Antioquia Disponible on line:
<http://aprendeenlinea.udea.edu.co>.
- Riera Josep Boatella 2004: “Perfil microbiológico típico del pan”, disponible on line
<http://books.google.com.ec>.
- Asociación Ecuatoriana de Molineros ASEMOL ALIM 2008. “El consumo per-cápita de trigo en el Ecuador”, disponible on line:
<http://docs.google.com>.

ANEXOS

ANEXO A

TABLAS

TABLA A.1: PRODUCCIÓN, EXPORTACIÓN Y STOCK MUNDIAL DE TRIGO (MILLONES DE TONELADAS)

	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005
Producción	581	567	550	589
Comercio	108	108	102	100
Consumo total	585	602	588	594
Stock final	203	168	130	125
%Stockfinal/Consumo ton.	34.7	27.9	22.1	21.0

Fuente: Dirección. Nac. Alimentos en base a datos del *United States Department of Agriculture (2006)*.

**TABLA A.2: CONSUMO PER CÁPITA APARENTE DE HARINA DE TRIGO
EN ECUADOR AÑO AGRÍCOLA 1999**

Producción	19011 tm
Importaciones	457104,7 tm
Consumo aparente trigo	476115,7 tm
Mermas	951 tm
Semilla	3421 tm
Consumo animal	951 tm
Disponibilidad trigo	470792,7 tm
Tasa extracción	76 tm
Producción harina	357802,452 tm
Población	12174628 Hab
Consumo per capital anual (Kg/Hb/día)	29,38 Kg
Consumo per capital diario (g/Hb/día)	97,96 g

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2000

tm= toneladas métricas

TABLA A.3: CONSUMO PER CÁPITA DE HARINA DE TRIGO (gramos)

Provincias	Urbana	Rural	Total
Esmeraldas	99,44	84,48	91,29
Manabí	92,49	103,96*	96,95
Carchi	159,32	97,78	124,44
Tungurahua	199,51	127,74	123,15
Napo	27,04	16,83	22,49
Sucumbíos	78,05	89,49	82,61
Total	92,05	86,50	89,47

Fuente: Ministerio de Salud Pública-ICT 2001

*Rural - Urbano Marginal en Manabí

**TABLA A.4: CONSUMO PER CÁPITA DE HARINA, FIDEO Y PAN POR
PROVINCIA (gramos)**

Provincia	No. Hogares	Harina	Fideo	Pan
Esmeraldas	64	34,53	10,98	45,78
Manabí	62	27,42	20,99	48,54
Carchi	59	26,6	13,36	84,48
Tungurahua	65	10,22	20,46	92,46
Napo	56	1,87	8,54	12,08
Sucumbíos	66	26,84	31,50	24,26
Total	372	21,51	17,55	50,41

Fuente: Ministerio de Salud Pública-ICT 2001

TABLA A.5: PERFIL MICROBIOLÓGICO TÍPICO DE PAN

MICROORGANISMOS	MAXIMO	METODO
Coliformes	<3 ufc/g	NMP
Coliformes fecales	<3 ufc/g	NMP
Escherichia coli	<3 ufc/g	NMP
Salmonella spp.	<3 ufc/25 g	NMP
Staphylococcus aureus	<1 ufc/g	Placa (BP)
Recuento total	$3 \cdot 10^2$ ufc/g	Placa (Agar)

FUENTE: Química y Bioquímica de los Alimentos 2004

TABLA A.6: PORCENTAJE DE GLUTEN APORTADO POR CADA PASAJES A LA HARINA RESULTANTE

Pasaje	100%CWR	100%HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	34,0	27,0	28,6	29,9
<i>R2</i>	32,0	27,0	19,7	26,2
<i>R3</i>	41,0	34,1	33,7	36,3
<i>R4</i>	44,0	37,0	36,1	39,0
<i>Div 1 y 2</i>	33,1	24,8	24,1	27,3
<i>Div 4</i>	25,2	24,5	24,4	24,7
<i>A</i>	29,1	26,4	29,2	28,2
<i>B</i>	29,0	27,9	27,6	28,2
<i>C</i>	28,5	25,9	26,6	27,0
<i>D</i>	28,4	25,0	26,1	26,5
<i>E</i>	28,3	28,7	21,8	26,3
<i>B2</i>	28,0	27,4	33,7	29,7
<i>F</i>	25,1	26,0	27,9	26,3
<i>G</i>	25,0	24,6	28,4	26,0
<i>H</i>	24,0	24,6	21,8	23,5

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de la Industria "Molinos Miraflores"

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

TABLA A.7: PORCENTAJE DE CENIZA OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	0,69	0,69	0,98	0,79
<i>R2</i>	0,55	0,94	0,73	0,74
<i>R3</i>	0,86	0,75	0,82	0,81
<i>R4</i>	2,25	0,94	1,47	1,55
<i>Div 1 y 2</i>	0,70	0,67	0,74	0,70
<i>Div 4</i>	2,23	1,97	2,00	2,06
<i>A</i>	0,46	0,61	0,59	0,55
<i>B</i>	0,21	0,42	0,62	0,42
<i>C</i>	0,49	0,41	0,45	0,45
<i>D</i>	0,48	0,50	0,55	0,51
<i>E</i>	0,64	0,85	0,97	0,82
<i>B2</i>	0,96	0,63	0,78	0,79
<i>F</i>	1,24	1,38	0,73	1,12
<i>G</i>	0,97	1,49	1,45	1,30
<i>H</i>	0,56	0,61	0,72	0,63

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA

Elaborado por: María José Cazares, 2010

TABLA A.8: PORCENTAJE DE HUMEDAD OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	13,24	14,07	13,77	13,69
<i>R2</i>	13,94	14,16	13,22	13,77
<i>R3</i>	13,00	13,96	13,89	13,62
<i>R4</i>	12,22	13,22	12,98	12,81
<i>Div 1 y 2</i>	13,10	14,04	13,97	13,70
<i>Div 4</i>	12,31	13,16	12,80	12,76
<i>A</i>	12,90	13,84	13,53	13,42
<i>B</i>	13,05	13,93	13,44	13,47
<i>C</i>	12,96	13,82	13,49	13,42
<i>D</i>	12,88	13,48	13,27	13,21
<i>E</i>	12,60	13,32	12,94	12,95
<i>B2</i>	12,33	13,25	13,01	12,86
<i>F</i>	12,06	13,18	12,68	12,64
<i>G</i>	12,12	13,16	12,78	12,69
<i>H</i>	12,91	13,31	13,06	13,09

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA, Laboratorio de Análisis de Calidad de la Industria "Molinos Miraflores"

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

TABLA A.9: PORCENTAJE DE ALMIDONES DAÑADOS OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	16,30	17,90	15,80	16,67
<i>R2</i>	19,80	19,50	11,10	16,80
<i>R3</i>	15,90	19,60	18,50	18,00
<i>R4</i>	24,60	24,60	24,10	24,43
<i>Div 1 y 2</i>	12,70	17,70	16,20	15,53
<i>Div 4</i>	16,80	17,90	16,10	16,93
<i>A</i>	12,70	18,50	16,70	15,97
<i>B</i>	18,40	21,20	19,20	19,60
<i>C</i>	15,60	20,50	15,90	17,33
<i>D</i>	11,50	13,40	11,10	12,00
<i>E</i>	21,00	22,30	21,30	21,53
<i>B2</i>	17,90	23,00	21,10	20,67
<i>F</i>	16,80	18,10	16,00	16,97
<i>G</i>	23,50	16,70	20,30	20,17
<i>H</i>	5,00	9,00	6,00	6,67

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de la Industria "Molinos Miraflores"

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

TABLA A.10: ENSAYO DE FARINOGRAFÍA
ESTABILIDAD DE LA HARINA OBTENIDO EN DIFERENTES PASAJES
DE MOLIENDA (min)

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	20,00	20,00	20,00	20,00
<i>R2</i>	20,00	17,00	20,00	20,00
<i>R3</i>	20,00	20,00	20,00	20,00
<i>R4</i>	20,00	11,50	7,50	20,00
<i>Div 1 y 2</i>	23,00	20,00	12,00	23,00
<i>Div 4</i>	3,00	4,50	3,00	3,00
<i>A</i>	9,00	14,00	8,50	9,00
<i>B</i>	11,00	8,50	9,50	11,00
<i>C</i>	9,50	11,00	9,00	9,50
<i>D</i>	10,50	8,00	8,50	10,50
<i>E</i>	5,50	6,50	5,00	5,50
<i>B2</i>	3,50	6,50	4,00	3,50
<i>F</i>	3,00	4,50	4,00	3,00
<i>G</i>	4,00	3,50	4,50	4,00
<i>H</i>	4,00	5,00	5,00	4,00

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

TABLA A.11: ENSAYO DE FARINOGRAFÍA
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LA HARINA OBTENIDO
EN DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (%)

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	62,2	58,2	63,6	61,33
<i>R2</i>	61,6	58,4	62,6	60,87
<i>R3</i>	66,8	61,2	64,8	64,27
<i>R4</i>	74,8	70,4	71,4	72,20
<i>Div 1 y 2</i>	64,8	57,8	63,2	61,93
<i>Div 4</i>	72,4	71,6	70,0	71,33
<i>A</i>	63,8	58,2	61,8	61,27
<i>B</i>	64,2	60,8	62,8	62,60
<i>C</i>	64,2	59,8	61,6	61,87
<i>D</i>	62,6	61,0	62,0	61,87
<i>E</i>	65,2	64,8	65,0	65,00
<i>B2</i>	68,0	62,6	65,2	65,27
<i>F</i>	69,4	68,4	69,2	69,00
<i>G</i>	64,8	67,0	68,0	66,60
<i>H</i>	63,8	62,2	62,8	62,93

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

TABLA A.12: ENSAYO DE FARINOGRAFÍA
TIEMPO DE DESARROLLO DE LA HARINA OBTENIDO EN DIFERENTES
PASAJES DE MOLIENDA (min)

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	5,0	5,5	6,0	5,5
<i>R2</i>	7,5	5,5	6,0	6,3
<i>R3</i>	6,5	7,5	5,5	6,5
<i>R4</i>	6,5	5,5	6,0	6,0
<i>Div 1 y 2</i>	5,5	9,0	7,0	7,2
<i>Div 4</i>	4,5	5,5	3,5	4,5
<i>A</i>	5,0	6,5	4,5	5,3
<i>B</i>	6,0	5,5	7,0	6,2
<i>C</i>	6,0	3,0	1,5	3,5
<i>D</i>	5,0	5,0	4,5	4,8
<i>E</i>	4,5	3,5	5,0	4,3
<i>B2</i>	4,0	5,0	4,5	4,5
<i>F</i>	3,0	3,5	3,5	3,3
<i>G</i>	3,0	4,0	3,0	3,3
<i>H</i>	3,0	2,5	3,0	2,8

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

TABLA A.13: ENSAYO DE FARINOGRAFÍA
INDICE DE TOLERANCIA DE LA HARINA OBTENIDO EN DIFERENTES
PASAJES DE MOLIENDA (UF)

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	50,0	60,0	60,0	56,7
<i>R2</i>	50,0	70,0	70,0	63,3
<i>R3</i>	60,0	60,0	70,0	63,3
<i>R4</i>	60,0	40,0	60,0	53,3
<i>Div 1 y 2</i>	60,0	60,0	60,0	60,0
<i>Div 4</i>	50,0	50,0	40,0	46,7
<i>A</i>	60,0	60,0	60,0	60,0
<i>B</i>	50,0	40,0	50,0	46,7
<i>C</i>	40,0	60,0	50,0	50,0
<i>D</i>	60,0	50,0	60,0	56,7
<i>E</i>	50,0	60,0	50,0	53,3
<i>B2</i>	40,0	60,0	40,0	46,7
<i>F</i>	50,0	60,0	40,0	50,0
<i>G</i>	50,0	30,0	50,0	43,3
<i>H</i>	40,0	60,0	50,0	50,0

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

TABLA A.14: ENSAYO DE FARINOGRAFÍA
GRADO DE DECAIMIENTO A LOS 10MIN DE LA HARINA OBTENIDO EN
DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (UF)

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	0,0	5,0	20,0	8,3
<i>R2</i>	0,0	10,0	0,0	3,3
<i>R3</i>	10,0	0,0	0,0	3,3
<i>R4</i>	10,0	30,0	30,0	23,3
<i>Div 1 y 2</i>	10,0	0,0	20,0	10,0
<i>Div 4</i>	80,0	40,0	80,0	66,7
<i>A</i>	30,0	20,0	40,0	30,0
<i>B</i>	25,0	20,0	20,0	21,7
<i>C</i>	30,0	20,0	30,0	26,7
<i>D</i>	70,0	40,0	40,0	50,0
<i>E</i>	50,0	30,0	50,0	43,3
<i>B2</i>	50,0	40,0	50,0	46,7
<i>F</i>	70,0	40,0	60,0	56,7
<i>G</i>	60,0	60,0	70,0	63,3
<i>H</i>	70,0	50,0	60,0	60,0

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

TABLA A.15: ENSAYO DE FARINOGRAFÍA
GRADO DE DECAIMIENTO A LOS 20MIN DE LA HARINA OBTENIDO EN
DIFERENTES PASAJES DE MOLIENDA (UF)

Pasaje	100% CWR	100% HRW	90-10	Promedio
<i>R1</i>	5,0	10,0	30,0	15,0
<i>R2</i>	0,0	40,0	30,0	23,3
<i>R3</i>	20,0	0,0	30,0	16,7
<i>R4</i>	0,0	40,0	40,0	26,7
<i>Div 1 y 2</i>	0,0	10,0	40,0	16,7
<i>Div 4</i>	60,0	50,0	60,0	56,7
<i>A</i>	60,0	40,0	60,0	53,3
<i>B</i>	40,0	50,0	40,0	43,3
<i>C</i>	50,0	40,0	60,0	50,0
<i>D</i>	40,0	70,0	70,0	60,0
<i>E</i>	70,0	50,0	90,0	70,0
<i>B2</i>	60,0	50,0	70,0	60,0
<i>F</i>	90,0	50,0	70,0	70,0
<i>G</i>	80,0	60,0	80,0	73,3
<i>H</i>	100,0	80,0	90,0	90,0

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

**TABLA A.16: DATOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL
DEL ENSAYO DE PANIFICACIÓN: TESTIGO**

Catadores	Color de la Corteza	Apariencia	Sabor	Color	Textura	Grano de la Miga	Suma
1	15	15	5	10	30	20	95
2	10	10	5	5	30	10	70
3	10	10	5	5	30	10	70
4	15	15	5	10	30	20	95
5	10	10	5	5	30	10	70
6	10	10	0	5	20	10	55
7	15	15	5	5	30	10	80
8	10	10	5	5	30	10	70
9	10	10	5	5	20	10	60
10	15	10	5	5	30	10	75
11	10	10	5	5	20	10	60
12	10	10	5	5	20	10	60

Promedio

71,67

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de la Industria “Molinos Miraflores”

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

**TABLA A.17: DATOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL
DEL ENSAYO DE PANIFICACIÓN: PRUEBA**

Catadores	Color de la Corteza	Apariencia	Sabor	Color	Textura	Grano de la Miga	Suma
1	15	15	5	10	30	20	95
2	15	15	5	10	30	20	95
3	15	15	5	10	30	20	95
4	15	15	5	10	30	20	95
5	15	15	5	5	30	20	90
6	10	10	5	5	20	10	60
7	15	15	5	10	30	20	95
8	15	15	5	5	30	20	90
9	15	15	5	5	30	20	90
10	15	15	5	10	30	20	95
11	10	15	5	5	20	20	75
12	15	15	5	10	30	20	95

Promedio

89,17

Fuente: Unidad de Operaciones UOITA

Elaborado Por: María José Cazares, 2010

**TABLA A.18: TABLA DE CONTINGENCIA
PARA EL COLOR DE LA CORTEZA**

Muestras	Dorado	Pálido	Total
*M1	4	8	12
*M2	10	2	12
Total	14	10	24

*M1= Muestra testigo

*M2= Muestra prueba

Observados	Esperados	$(O - E)^2$	$(O - E)^2/E$
4	7	9	1,2857
8	5	9	1,8000
10	7	9	1,2857
2	5	9	1,8000
Suma $X^2=$			6,1714

$$GL = (T1-1)X(C-1)$$

$$GL = (2-1)*(2-1)$$

$$GL = 1$$

Tabla Chi-Cuadrado = $\alpha = 0.95\%$

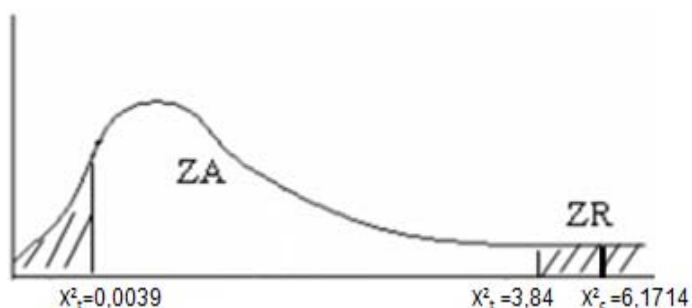
$$X^2_{(0.05)} = 0,003932$$

$$X^2_{(0.95)} = 3,84$$

Teniendo como Hipótesis

H₀: $\sigma = E$

H₁: $\sigma \neq E$



**TABLA A.19: TABLA DE CONTINGENCIA
PARA LA APARIENCIA Y SIMETRÍA**

Muestras	Muy Bueno	Bueno	Total
*M1	3	9	12
*M2	11	1	12
Total	14	10	24

*M1= Muestra testigo

*M2= Muestra prueba

Observados	Esperados	(O - E) ²	(O - E) ² /E
3	7	16	2,2857
9	5	16	3,2000
11	7	16	2,2857
1	5	16	3,2000
		Suma X²=	10,9714

$$GL = (T1-1)X(C-1)$$

$$GL = (2-1)*(2-1)$$

$$GL = 1$$

Tabla Chi-Cuadrado = $\alpha = 0.95\%$

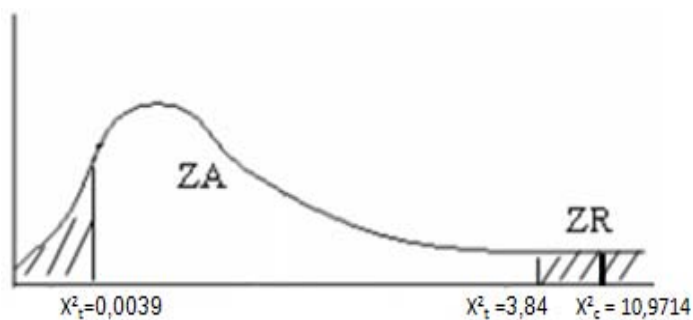
$$X^2_{(0.05)} = 0,003932$$

$$X^2_{(0.95)} = 3,84$$

Teniendo como Hipótesis

$$H_0 = \sigma = E$$

$$H_1: \sigma \neq E$$



**TABLA A.20: TABLA DE CONTINGENCIA
PARA EL SABOR**

Muestras	Muy Bueno	Bueno	Total
*M1	11	1	12
*M2	12	0	12
Total	23	1	24

*M1= Muestra testigo

*M2= Muestra prueba

Observados	Esperados	(O - E) ²	(O - E) ² /E
11	11,5	0,25	0,0217
1	0,5	0,25	0,5000
12	11,5	0,25	0,0217
0	0,5	0,25	0,5000
		Suma X²=	1,0435

$$GL = (T1-1)X(C-1)$$

$$GI = (2-1)*(2-1)$$

$$GL = 1$$

Tabla Chi-Cuadrado = $\alpha = 0.95\%$

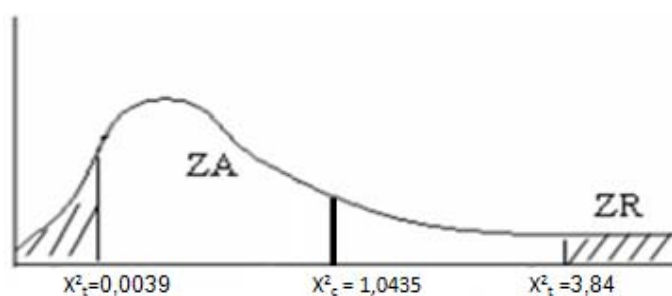
$$X^2_{(0.05)} = 0,003932$$

$$X^2_{(0.95)} = 3,84$$

Teniendo como Hipótesis

$$H_0 = \sigma = E$$

$$H_1 = \sigma \neq E$$



**TABLA A.21: TABLA DE CONTINGENCIA
PARA EL COLOR DE LA MIGA**

Muestras	Muy Bueno	Bueno	Total
*M1	2	10	12
*M2	7	5	12
Total	9	15	24

*M1= Muestra testigo

*M2= Muestra prueba

Observados	Esperados	(O - E) ²	(O - E) ² /E
2	4,5	6,25	1,3889
10	7,5	6,25	0,8333
7	4,5	6,25	1,3889
5	7,5	6,25	0,8333
		Suma X²=	4,4444

$$GL = (T1-1)X(C-1)$$

$$GL = (2-1)*(2-1)$$

$$GL = 1$$

Tabla Chi-Cuadrado = $\alpha = 0.95\%$

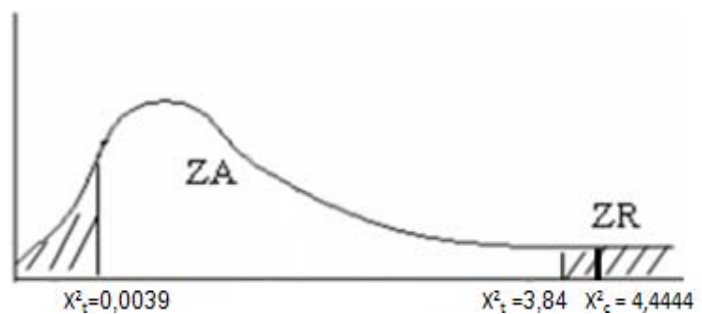
$$X^2_{(0.05)} = 0,003932$$

$$X^2_{(0.95)} = 3,84$$

Teniendo como Hipótesis

$$H_0 = \sigma = E$$

$$H_1 = \sigma \neq E$$



**TABLA A.22: TABLA DE CONTINGENCIA
PARA LA TEXTURA DE LA MIGA**

Muestras	Muy Bueno	Bueno	Total
*M1	8	4	12
*M2	10	2	12
Total	18	6	24

*M1= Muestra testigo

*M2= Muestra prueba

Observados	Esperados	(O - E) ²	(O - E) ² /E
8	9	1	0,1111
4	3	1	0,3333
10	9	1	0,1111
2	3	1	0,3333
		Suma X²=	0,8889

$$GL = (T1-1)X(C-1)$$

$$GL = (2-1)*(2-1)$$

$$GL = 1$$

Tabla Chi-Cuadrado = $\alpha = 0.95\%$

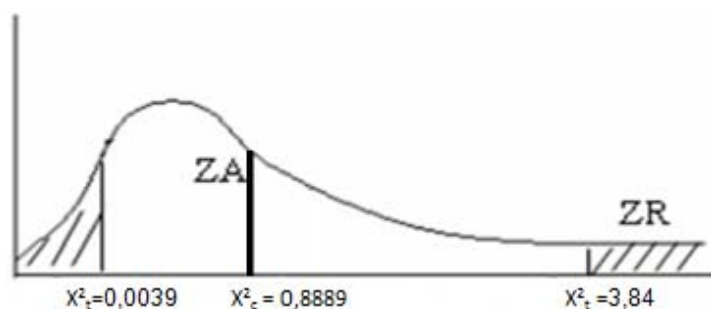
$$X^2_{(0.05)} = 0,003932$$

$$X^2_{(0.95)} = 3,84$$

Teniendo como Hipótesis

H₀ = $\sigma = E$

H₁: $\sigma \neq E$



**TABLA A.23: TABLA DE CONTINGENCIA
PARA EL GRANO DE LA MIGA**

Muestras	Muy Bueno	Bueno	Total
*M1	2	10	12
*M2	11	1	12
Total	13	11	24

*M1= Muestra testigo

*M2= Muestra prueba

Observados	Esperados	(O - E) ²	(O - E) ² /E
2	6,5	20,25	3,1154
10	5,5	20,25	3,6818
11	6,5	20,25	3,1154
1	5,5	20,25	3,6818
		Suma X²=	13,5944

$$GL = (T1-1)X(C-1)$$

$$GL = (2-1)*(2-1)$$

$$GL = 1$$

Tabla Chi-Cuadrado = $\alpha = 0.95\%$

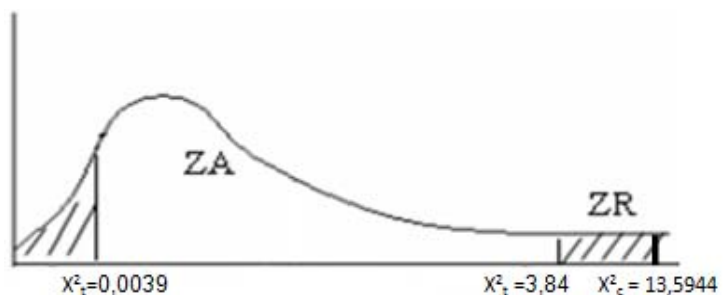
$$X^2_{(0.05)} = 0,003932$$

$$X^2_{(0.95)} = 3,84$$

Teniendo como Hipótesis

H₀ = $\sigma = E$

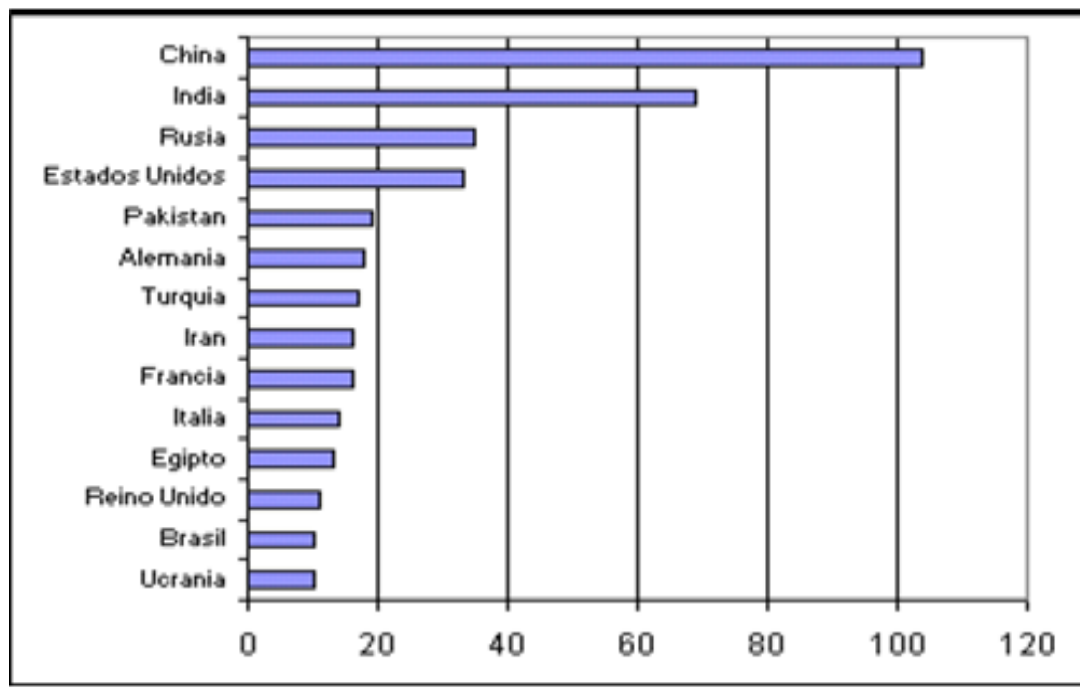
H₁: $\sigma \neq E$



ANEXO B

FIGURAS

FIGURA B.1: MOLIENDA DE TRIGO POR PAÍS – AÑO 2003/ 2004
En millones de toneladas anuales



Fuente: Dirección de Industria Alimentaria en base a datos de la FAO

FIGURA B.2: SDMATIC

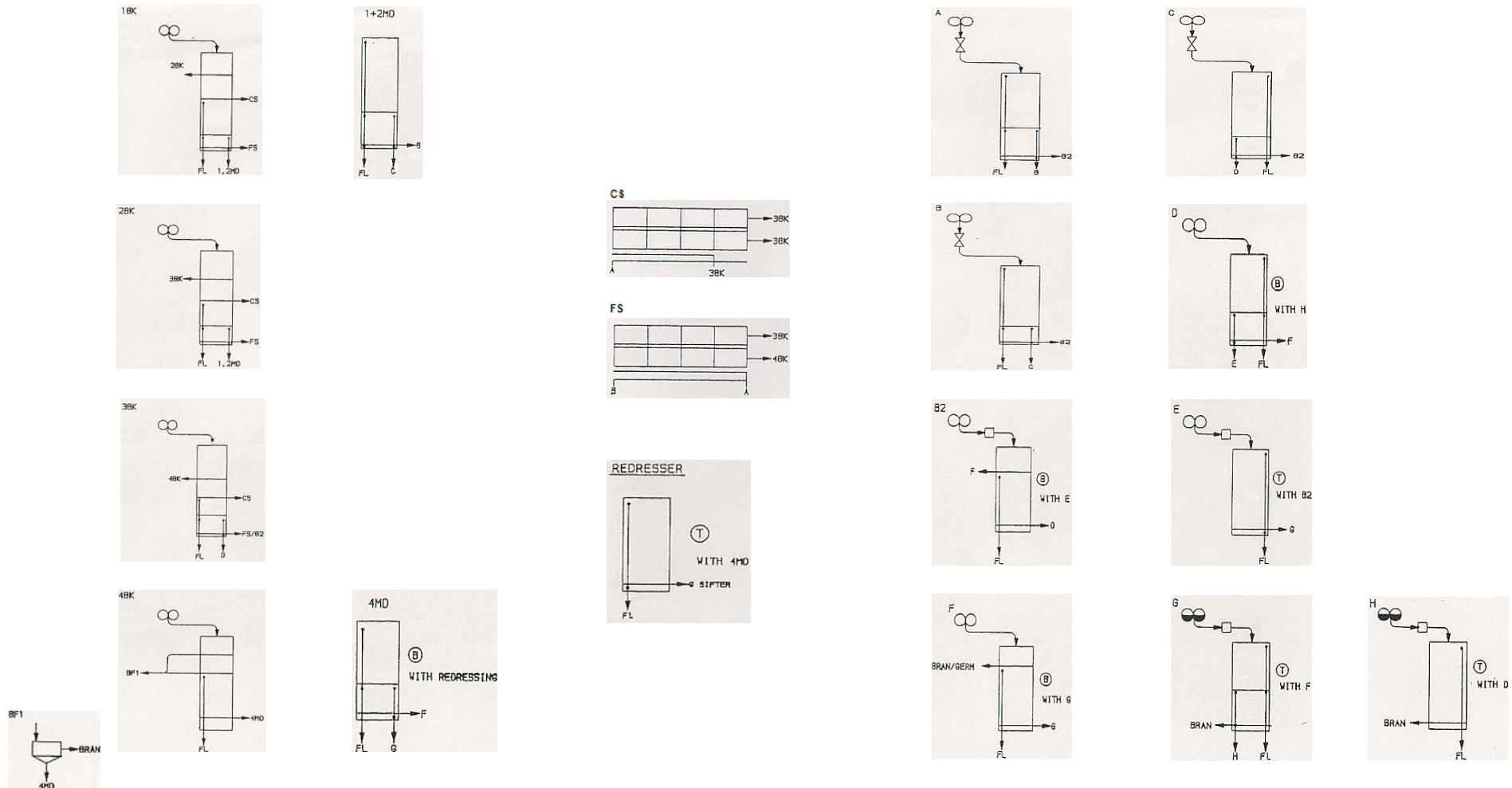


FUENTE: CHOPIN

ANEXO C

GRÁFICOS

GRÁFICO C.1: DIAGRAMA DEL PROCESO DE MOLIENDA DE TRIGO



Elaborado por: Ma. José Cazares T, 2011

GRÁFICOS DE CONTROL

GRÁFICO C.2: GRAFICO DE CONTROL DE LA CANTIDAD DE GLUTEN APORTADO POR CADA PASAJES DE MOLIENDA (Kg/min)

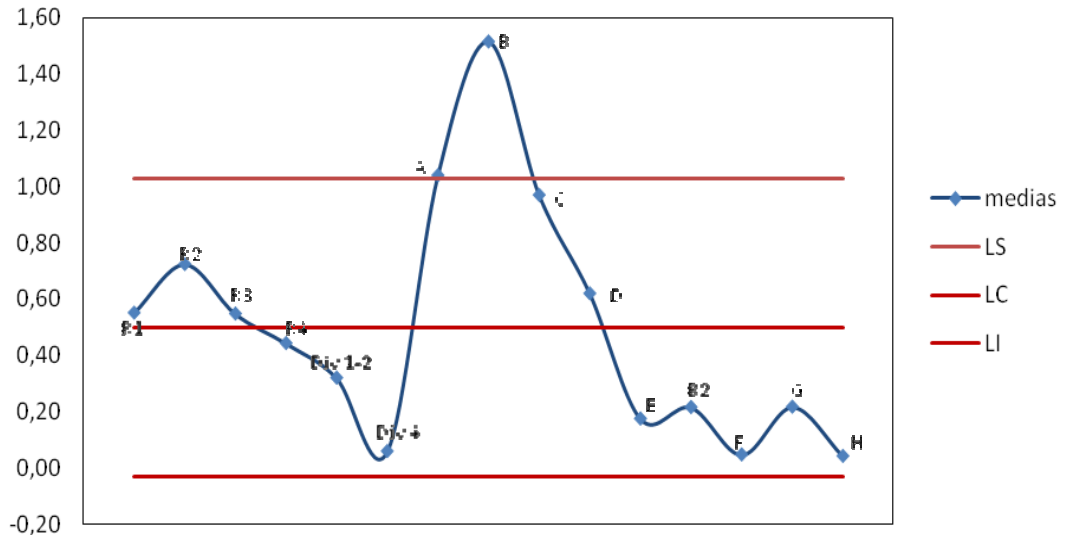


GRÁFICO C.3: GRAFICO DE CONTROL DE LA CANTIDAD DE CENIZAS APORTADO POR CADA PASAJES DE MOLIENDA (Kg/min)

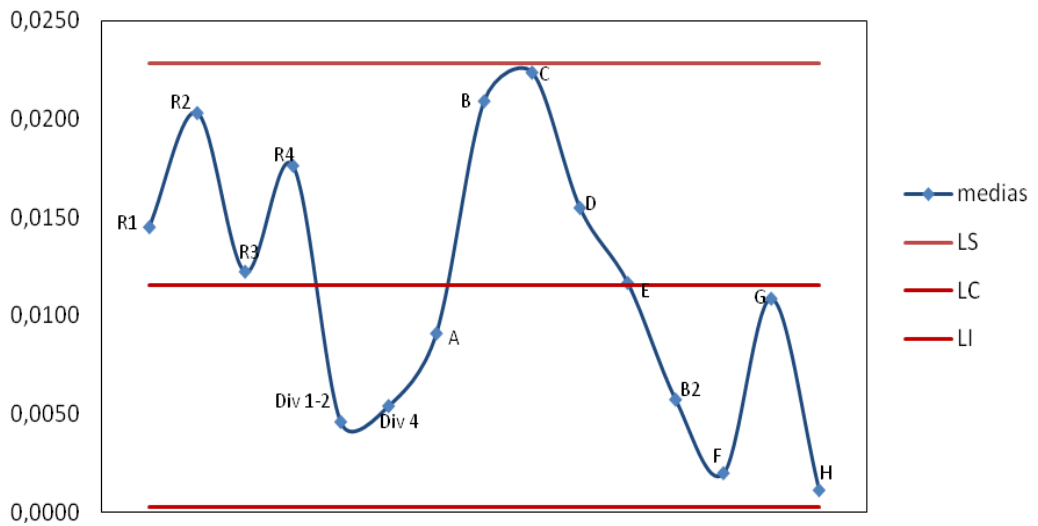


GRÁFICO C.4: GRAFICO DE CONTROL DE LA CANTIDAD DE HUMEDAD APORTADO POR CADA PASAJES DE MOLIENDA (Kg/min)

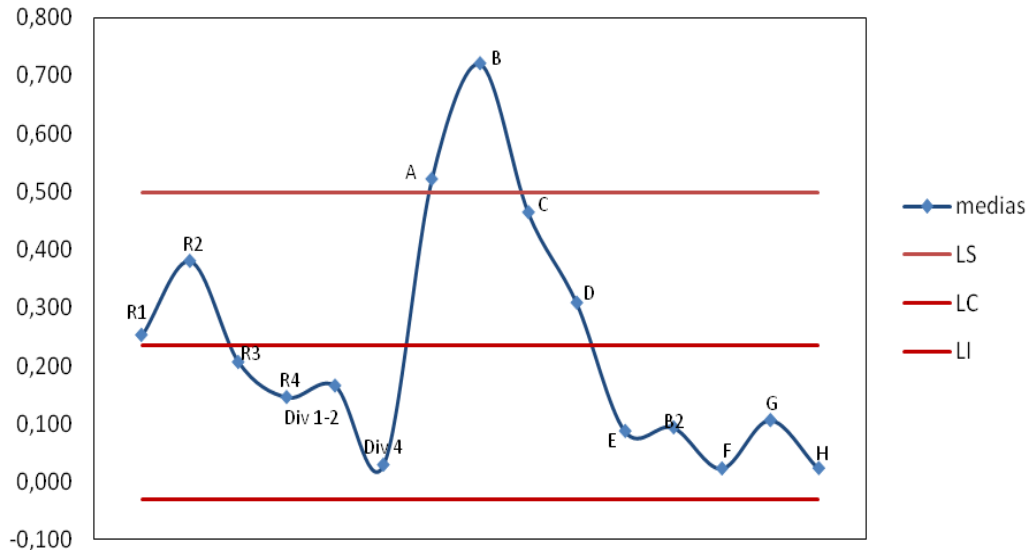


GRÁFICO C.5: GRAFICO DE CONTROL DE LA CANTIDAD DE ALMIDONES DAÑADOS APORTADO POR CADA PASAJES DE MOLIENDA (Kg/min)

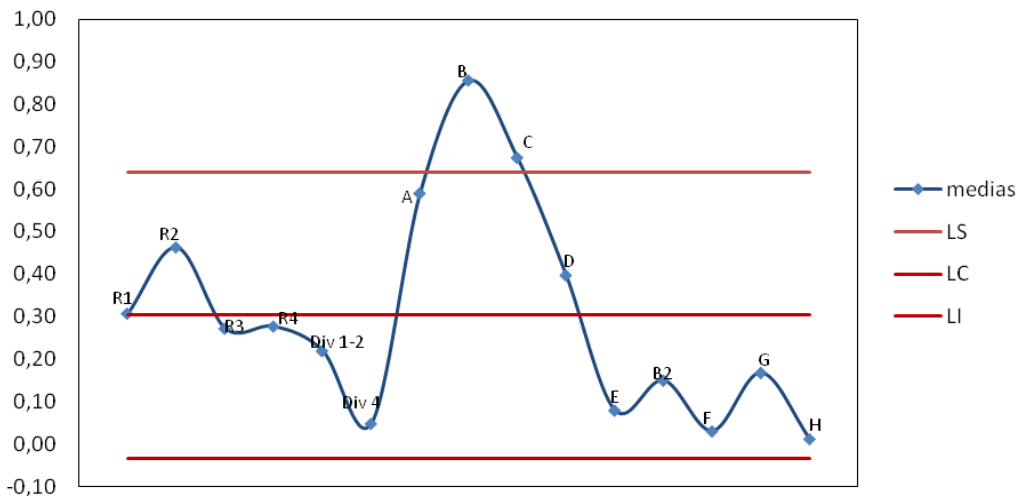


GRÁFICO C.6: GRAFICO DE CONTROL DE LA ESTABILIDAD DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA

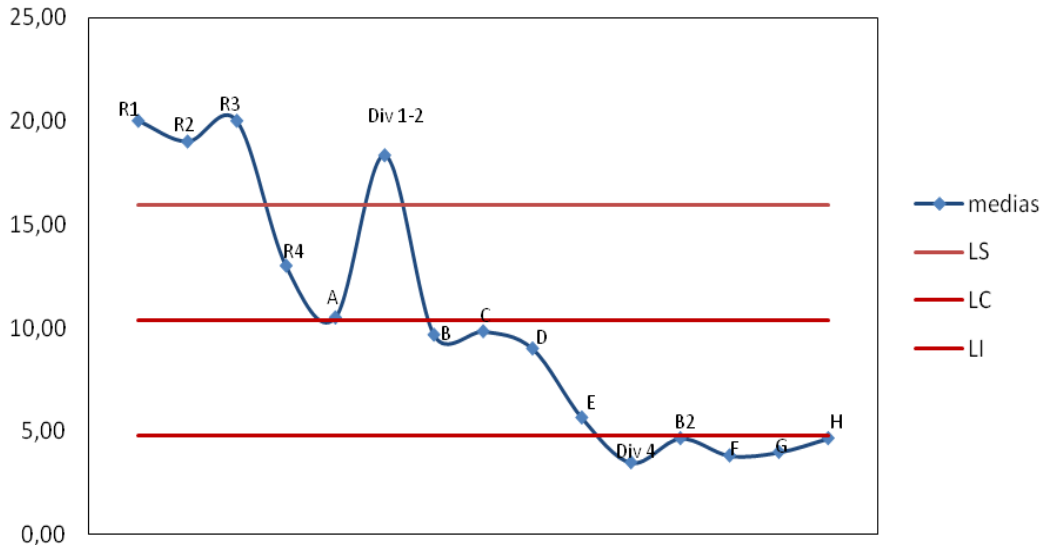


GRÁFICO C.7: GRAFICO DE CONTROL DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA (%)

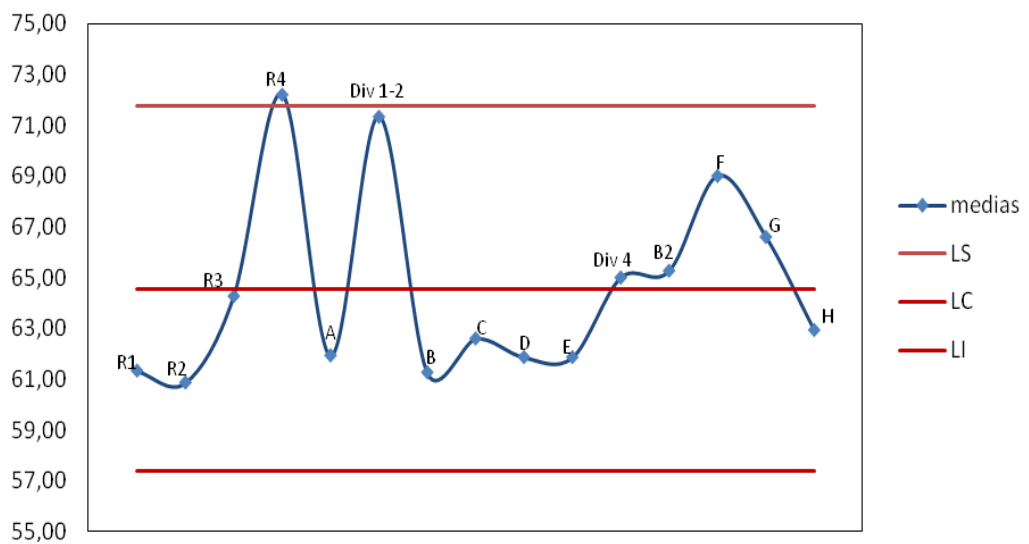


GRÁFICO C.8: GRAFICO DE CONTROL DEL TIEMPO DE DESARROLLO DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA (min)

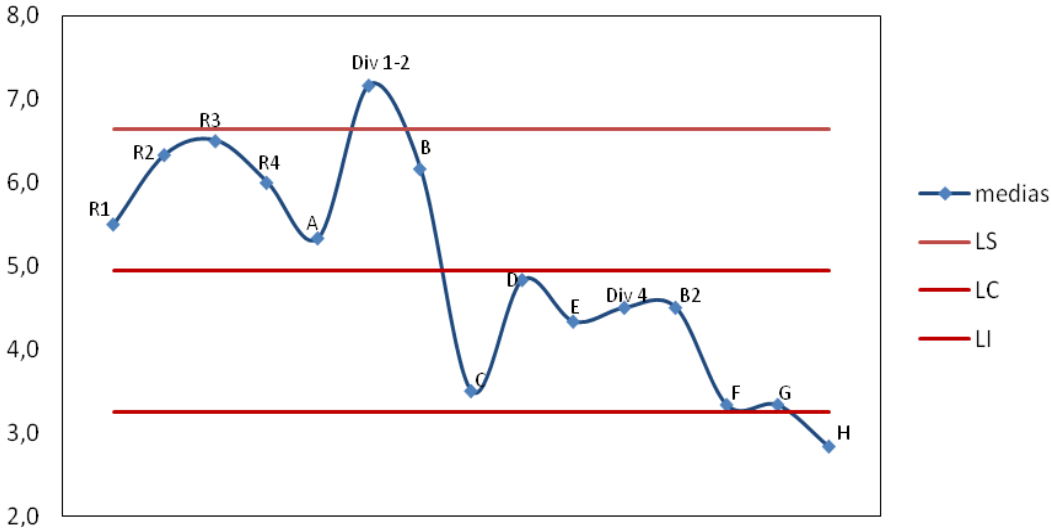


GRÁFICO C.9: GRAFICO DE CONTROL DEL INDICE DE TOLERANCIA DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA

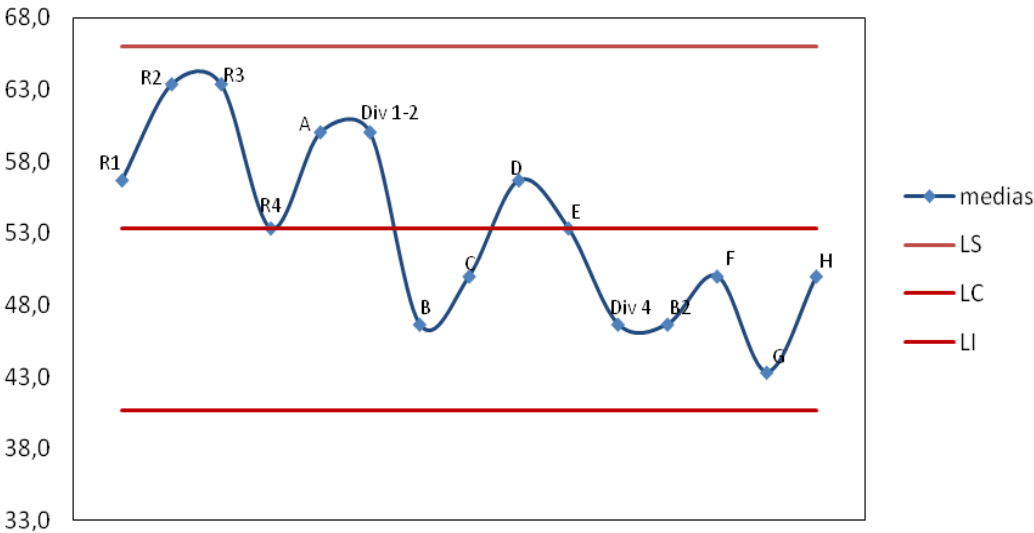


GRÁFICO C.10: GRAFICO DE CONTROL DEL GRADO DE DECAIMIENTO A LOS 10MIN DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA (UF)

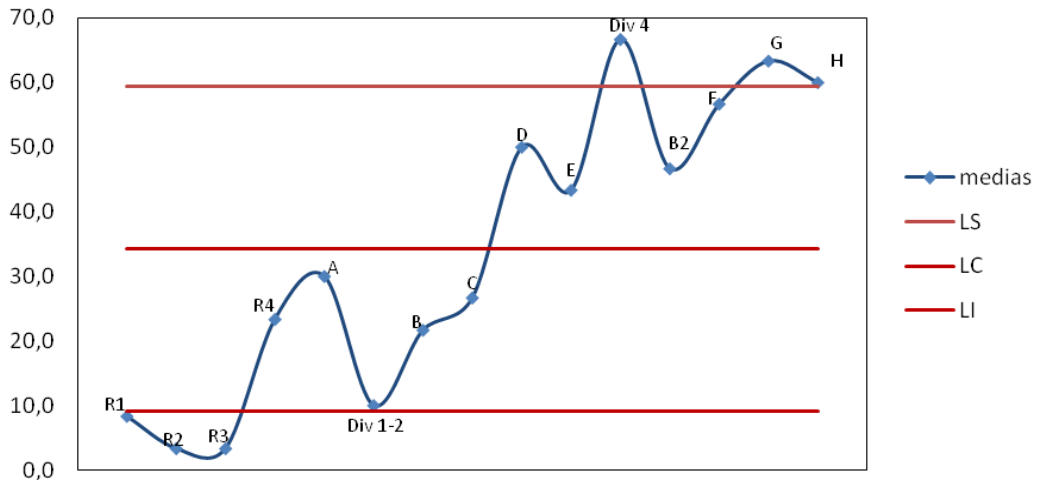
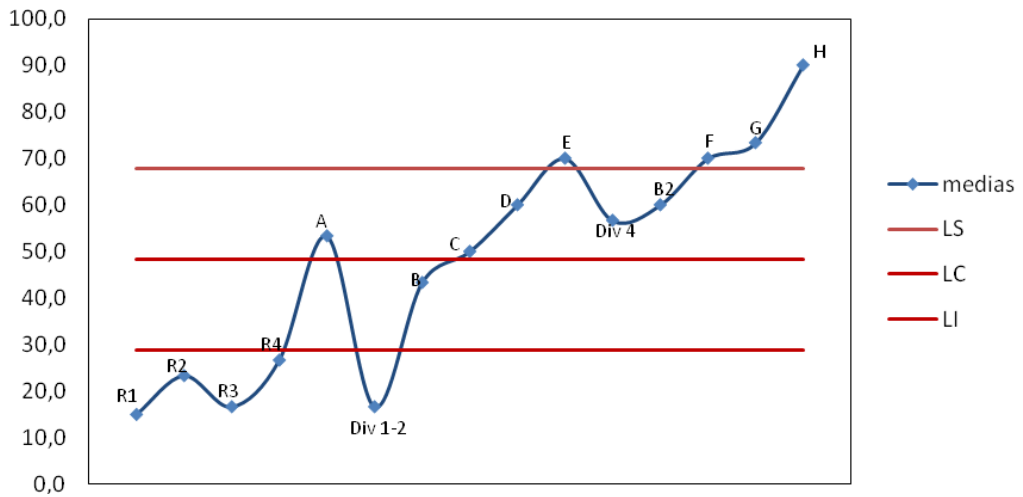


GRÁFICO C.11: GRAFICO DE CONTROL DEL GRADO DE DECAIMIENTO A LOS 20MIN DE LA HARINA OBTENIDA POR CADA PASAJES DE MOLIENDA (UF)



GRÁFICOS DE ENSAYO DE PANIFICACIÓN

GRÁFICO C.12: ENSAYO DE PANIFICACIÓN: COLOR DE LA CORTEZA DE LA MUESTRA TESTIGO VS COLOR DE LA CORTEZA DE LA MUESTRA DE PRUEBA

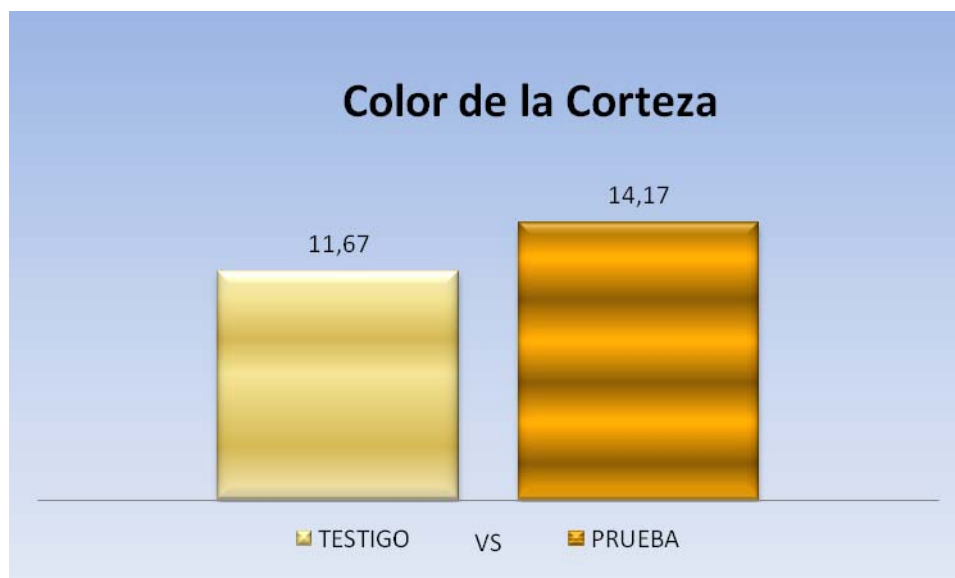


GRÁFICO C.13: ENSAYO DE PANIFICACIÓN: APARIENCIA Y SIMETRÍA DE LA MUESTRA TESTIGO VS APARIENCIA Y SIMETRÍA DE LA MUESTRA DE PRUEBA

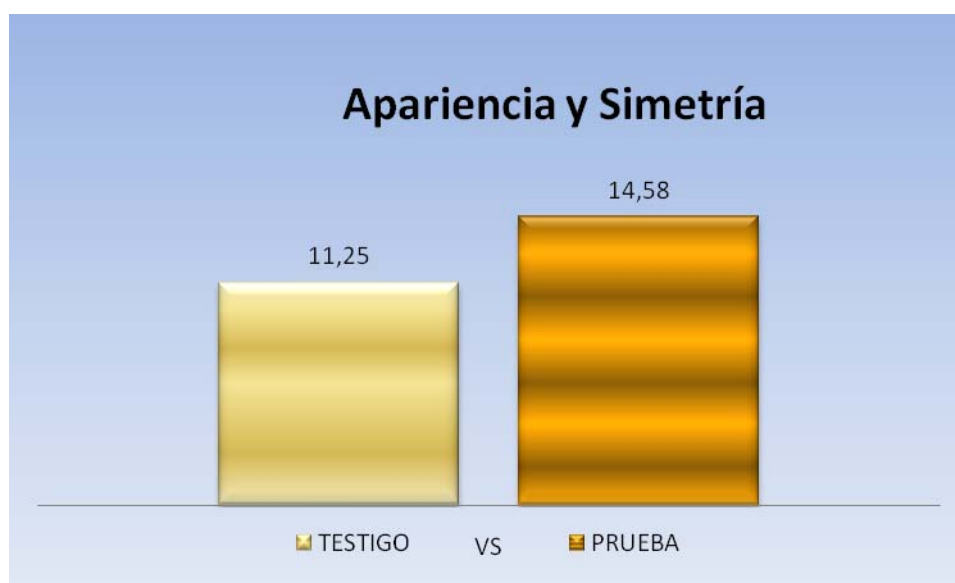


GRÁFICO C.14: ENSAYO DE PANIFICACIÓN: SABOR DE LA MUESTRA TESTIGO VS SABOR DE LA MUESTRA DE PRUEBA



GRÁFICO C.15: ENSAYO DE PANIFICACIÓN: COLOR DE LA MIGA DE LA MUESTRA TESTIGO VS COLOR DE LA MIGA DE LA MUESTRA DE PRUEBA

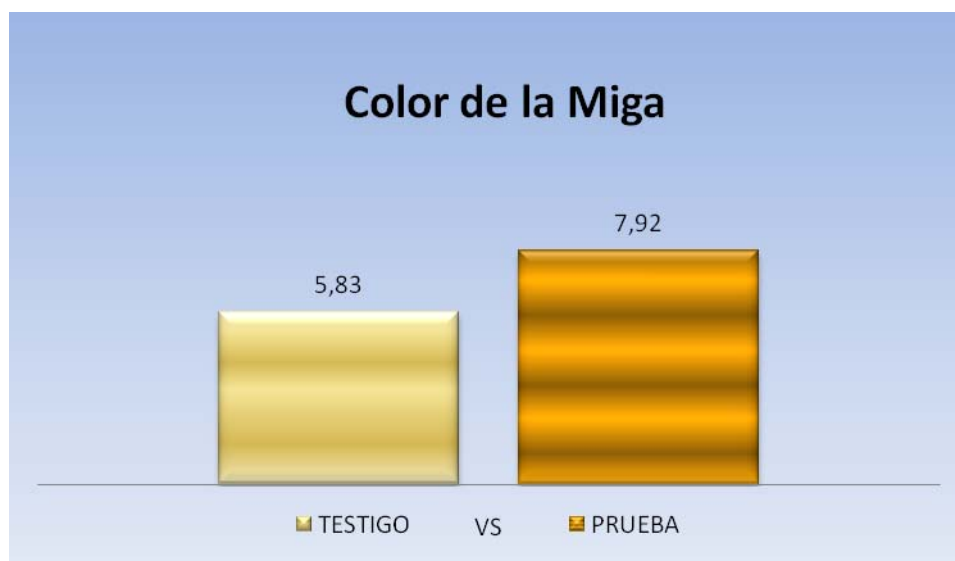


GRÁFICO C.16: ENSAYO DE PANIFICACIÓN: TEXTURA DE LA MIGA DE LA MUESTRA TESTIGO VS TEXTURA DE LA MIGA DE LA MUESTRA DE PRUEBA

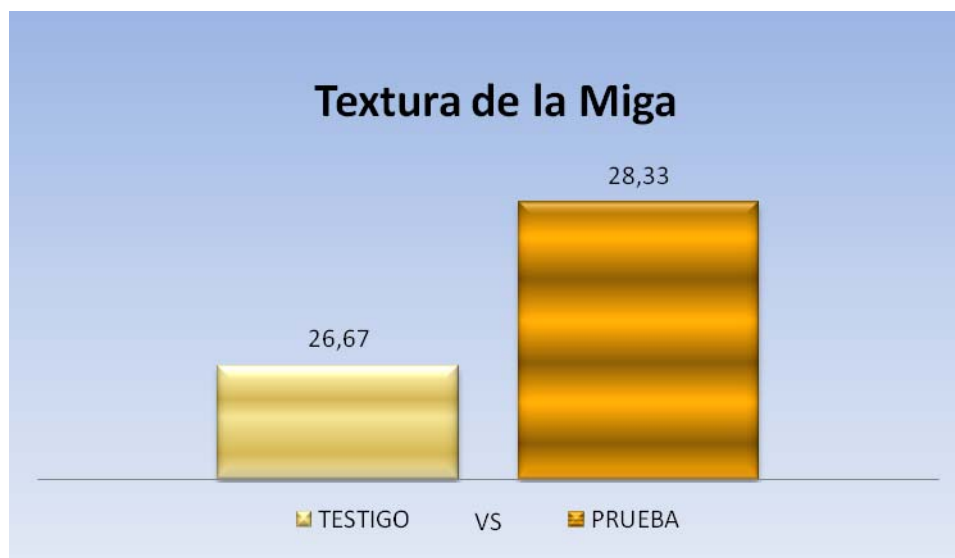
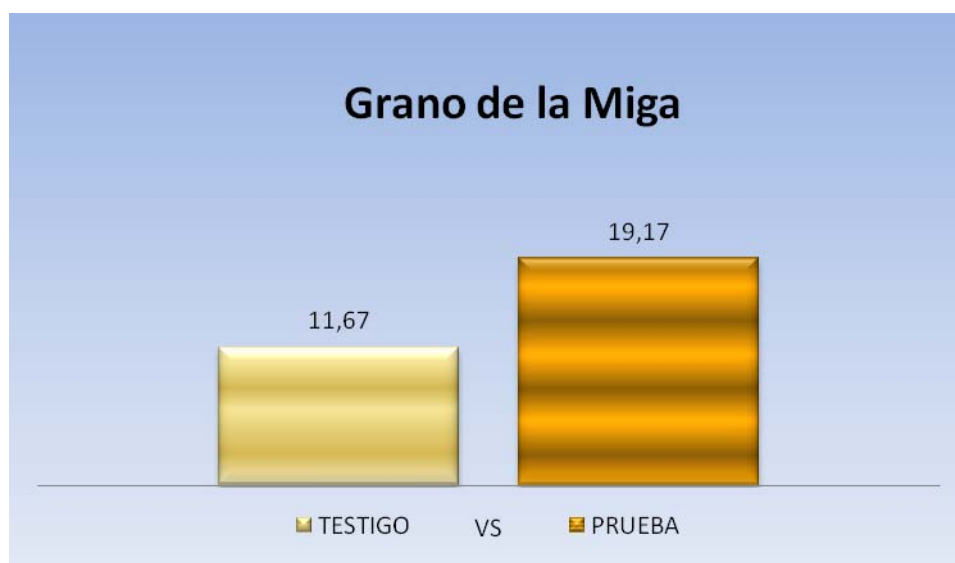


GRÁFICO C.17: ENSAYO DE PANIFICACIÓN: GRANO DE LA MIGA DE LA MUESTRA TESTIGO VS GRANO DE LA MIGA DE LA MUESTRA DE PRUEBA



FARINOGRAMAS

GRÁFICO C.18: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R1” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

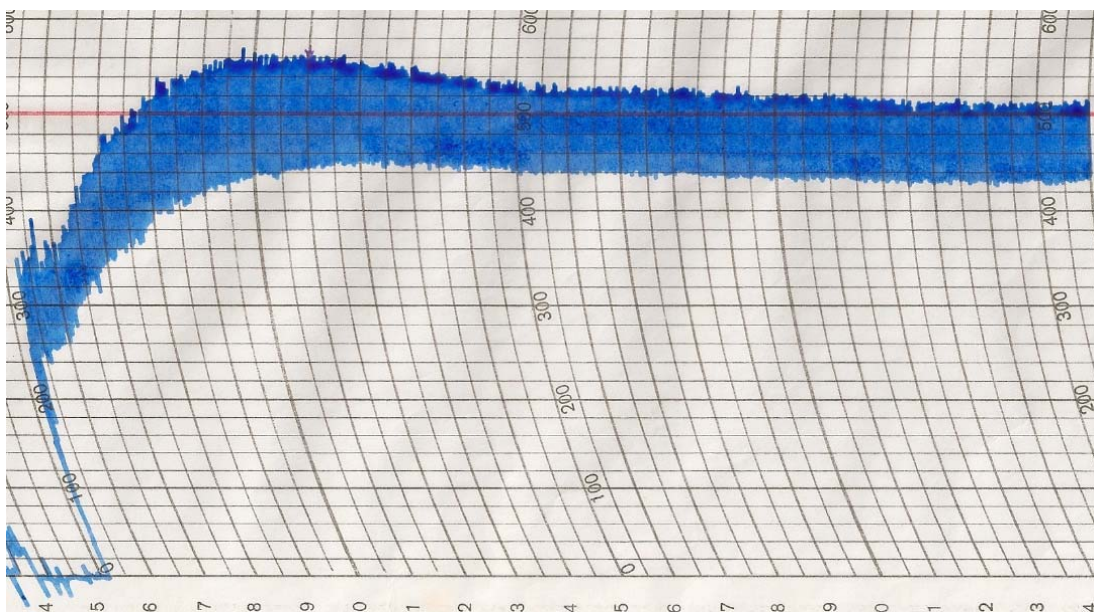
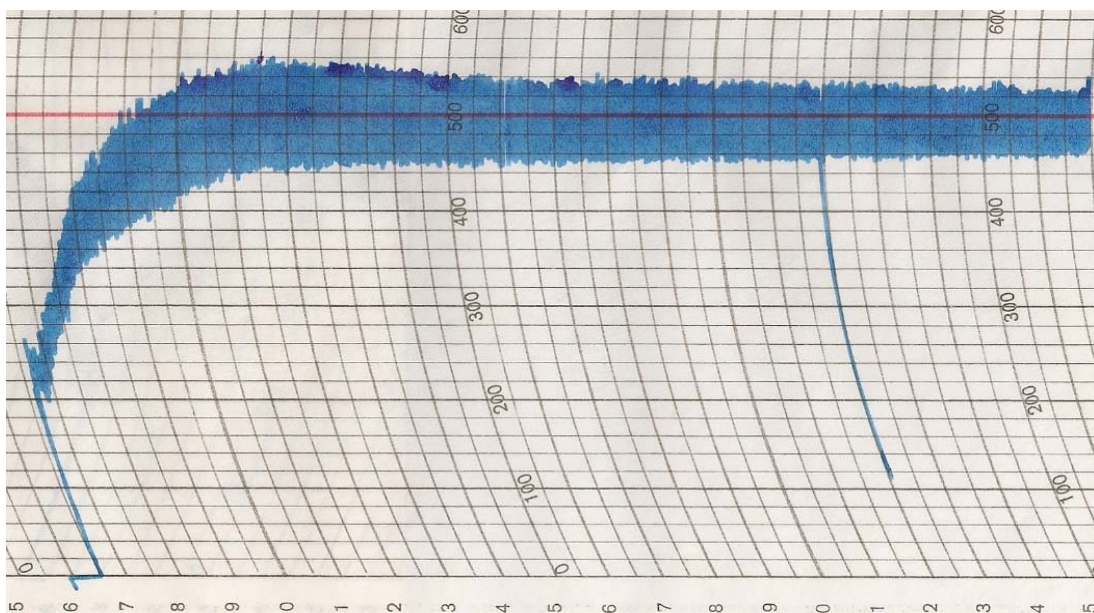
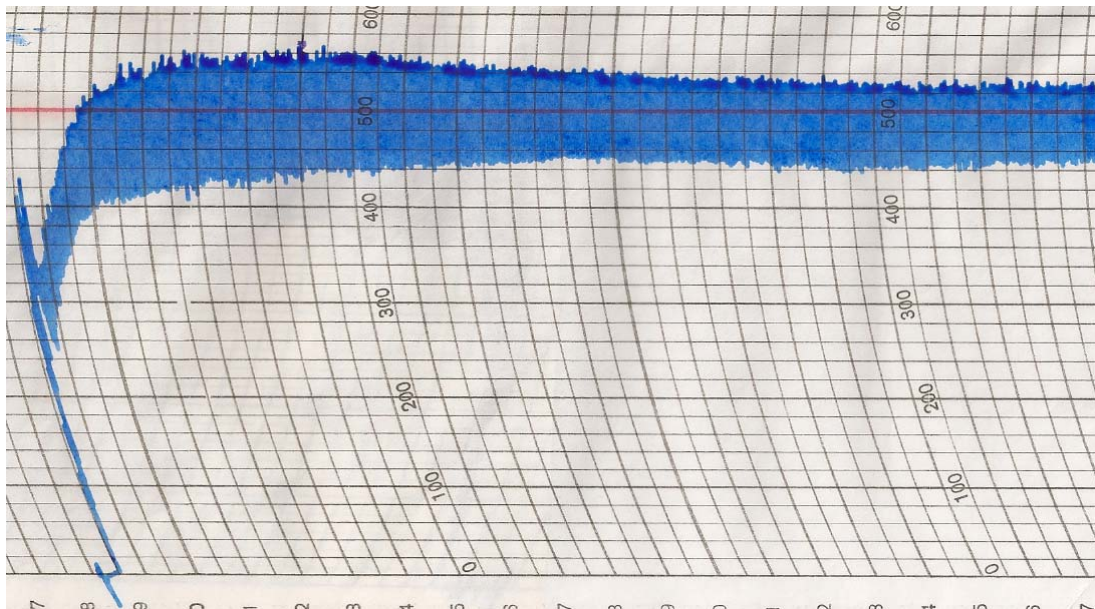


GRÁFICO C.19: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R1” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)



**GRÁFICO C.20: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R1” DE LA MUESTRA
Hard red Winter (HRW)**



**GRÁFICO C.21: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R2” DE LA MUESTRA
(90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-
10)**

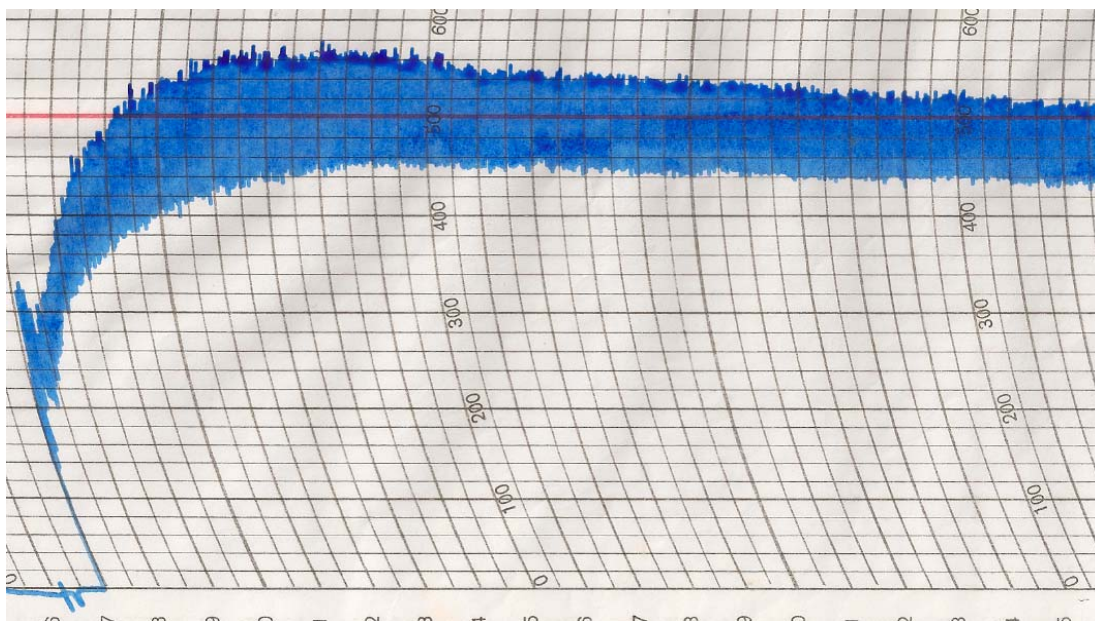


GRÁFICO C.22: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R2” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)

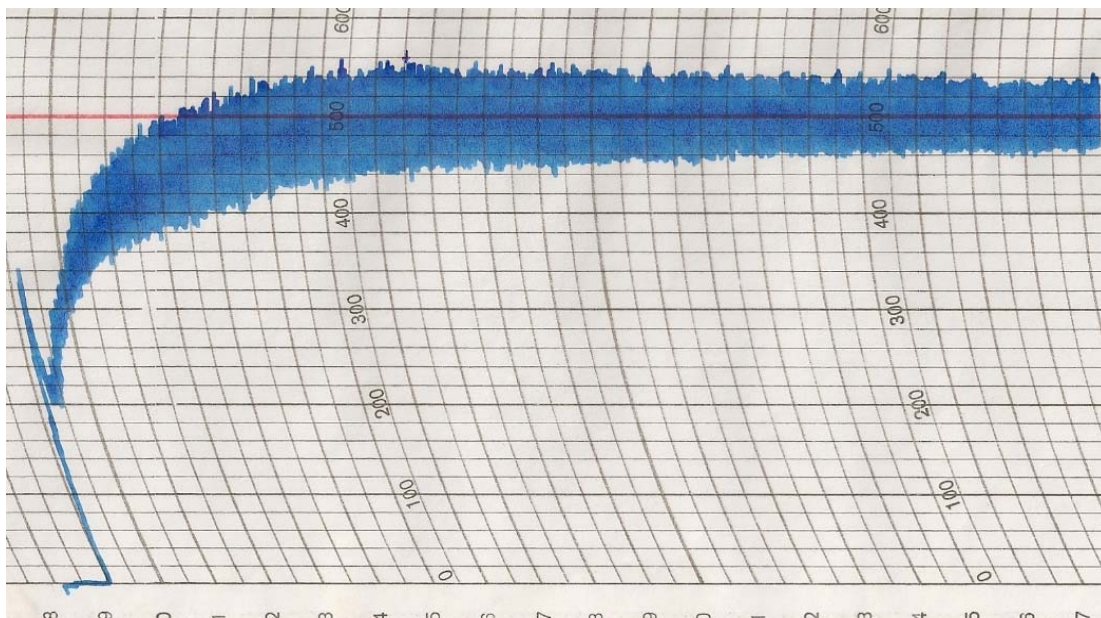


GRÁFICO C.23: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R2” DE LA MUESTRA Hard red Winter (HRW)

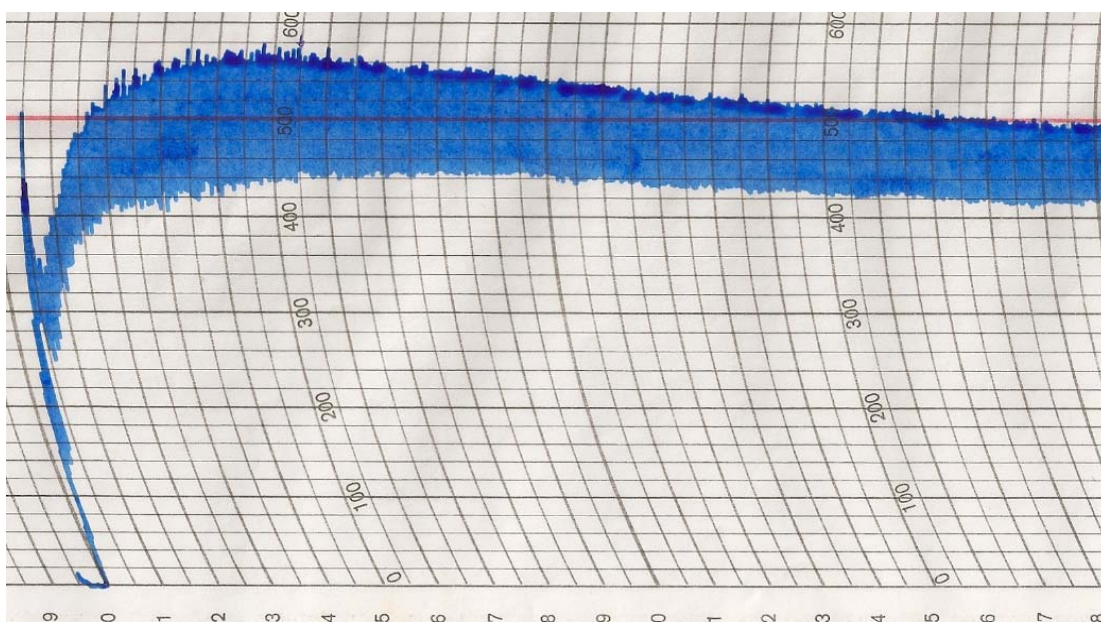


GRÁFICO C.24: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R3” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

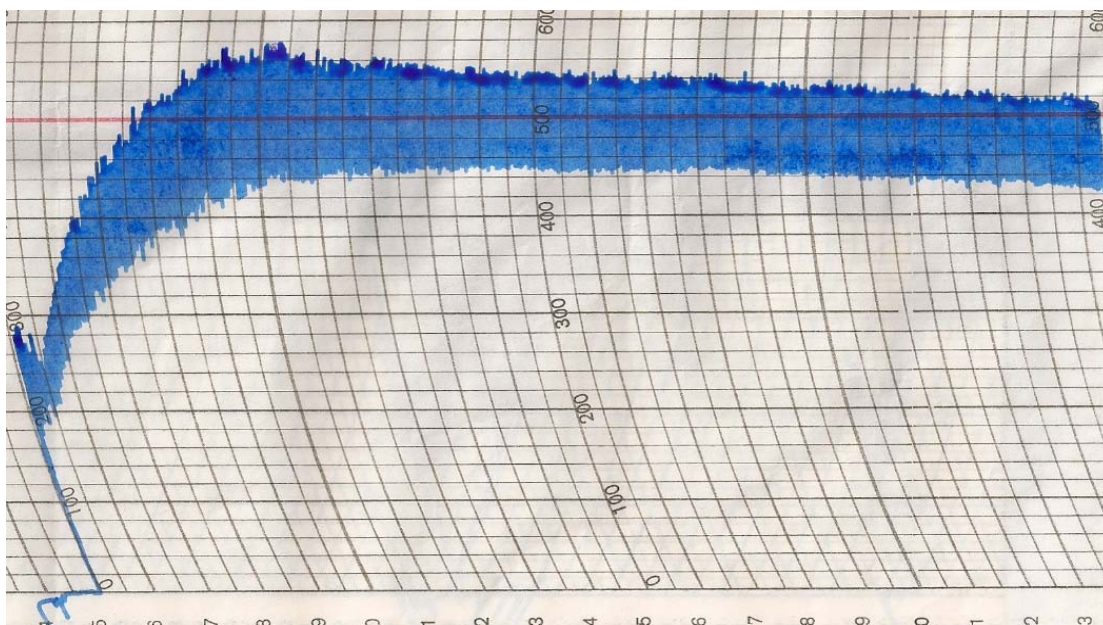


GRÁFICO C.25: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R3” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)

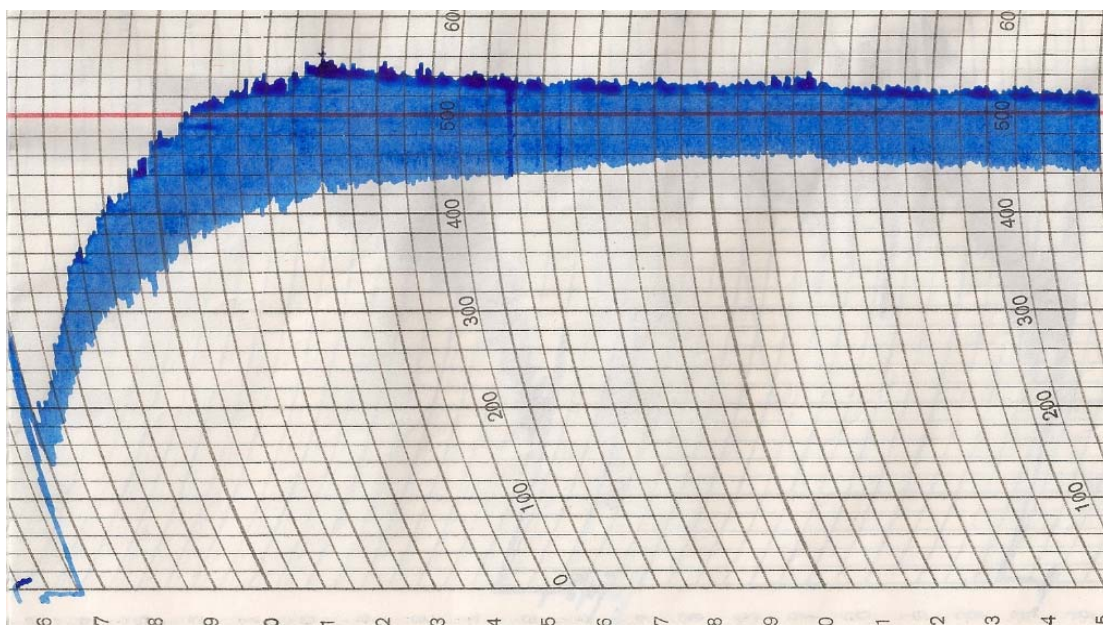


GRÁFICO C.26: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R3” DE LA MUESTRA Hard red Winter (HRW)

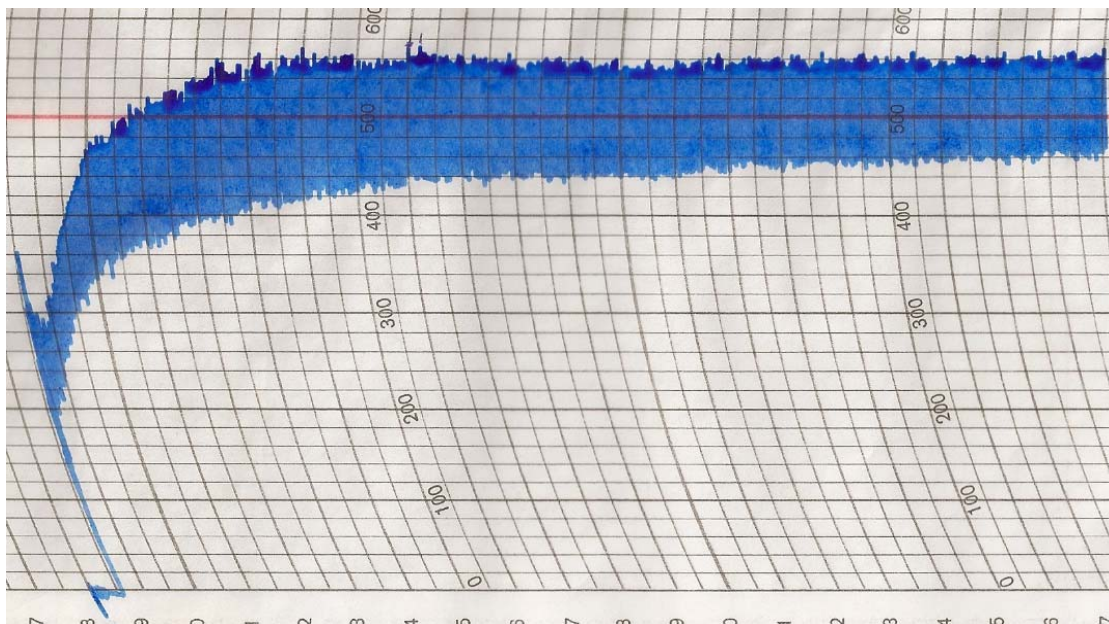


GRÁFICO C.27: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R4” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

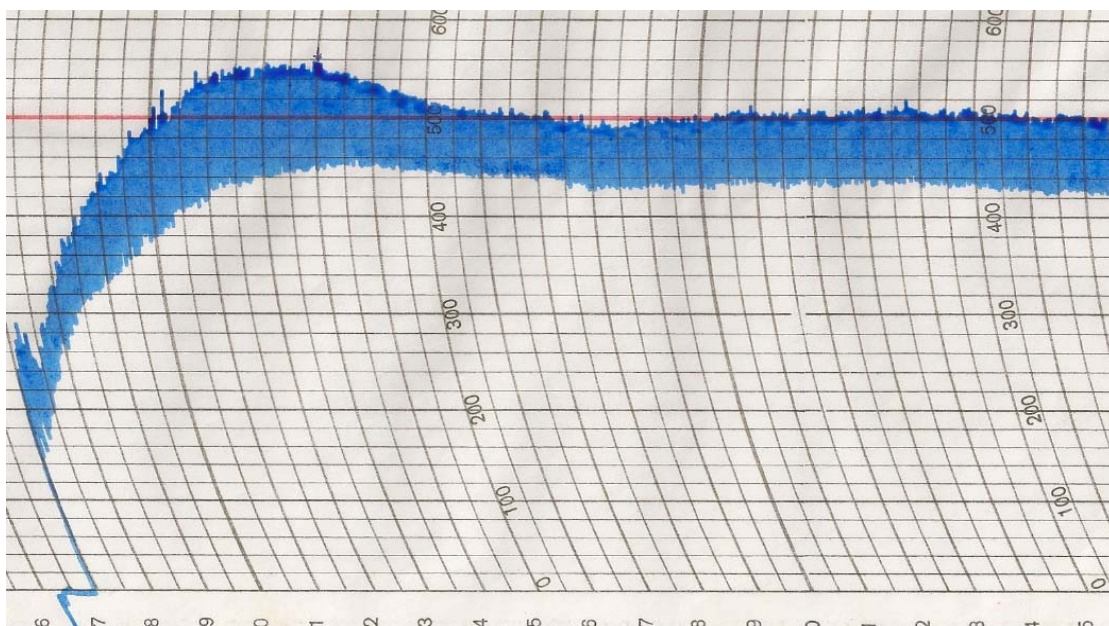


GRÁFICO.28: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R4” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)

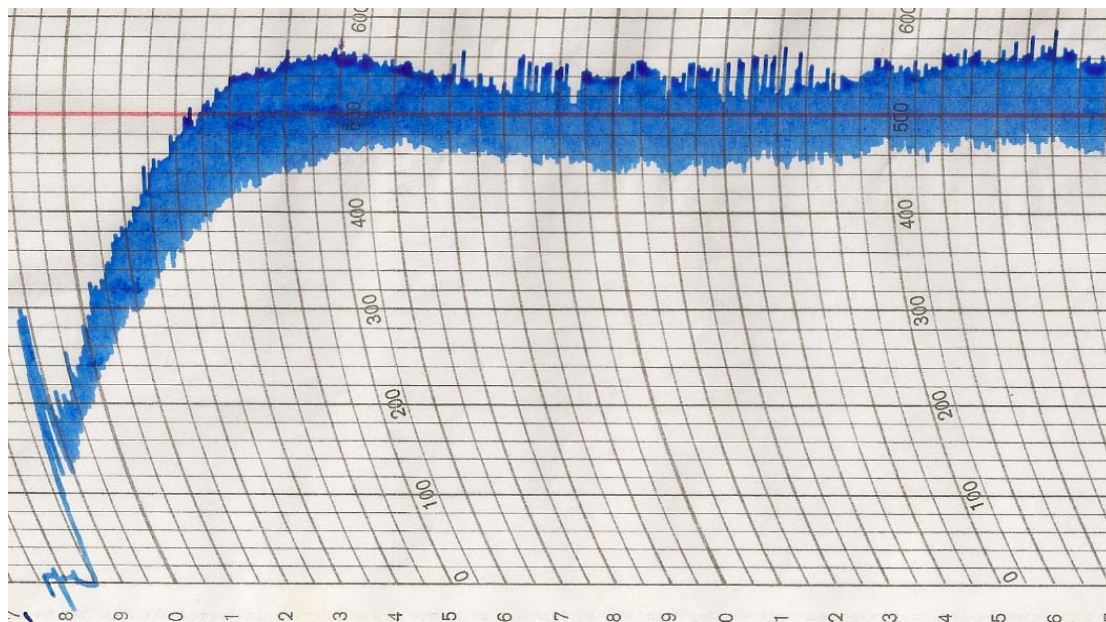


GRÁFICO.29: FARINOGRAMA DEL PASAJE “R4” DE LA MUESTRA Hard red Winter (HRW)

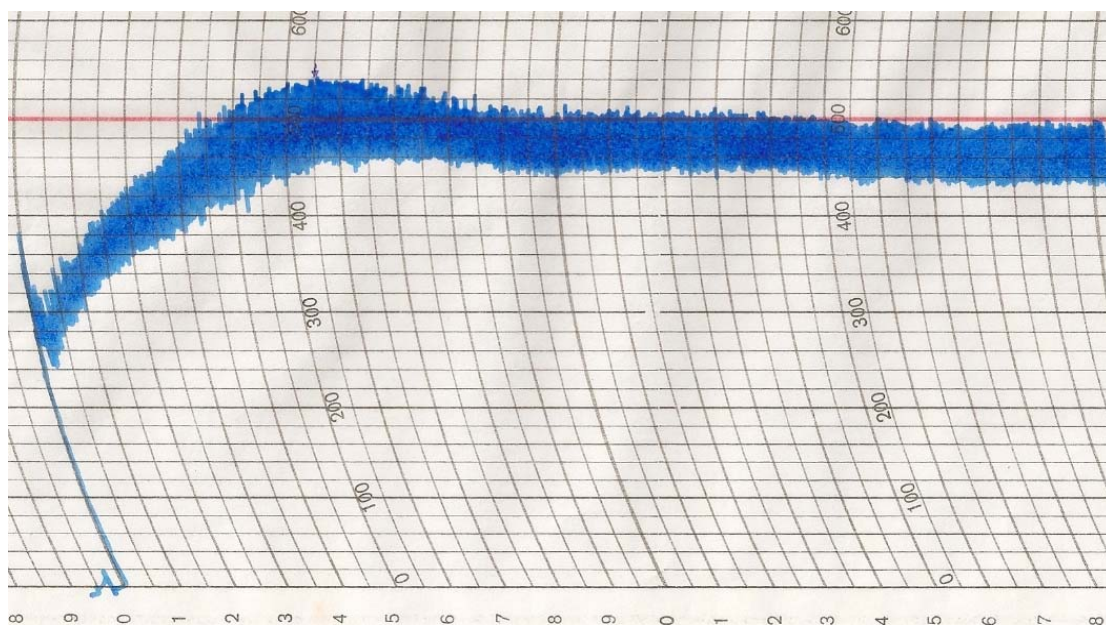


GRÁFICO C. 30: FARINOGRAMA DEL PASAJE “Div 1 y 2” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

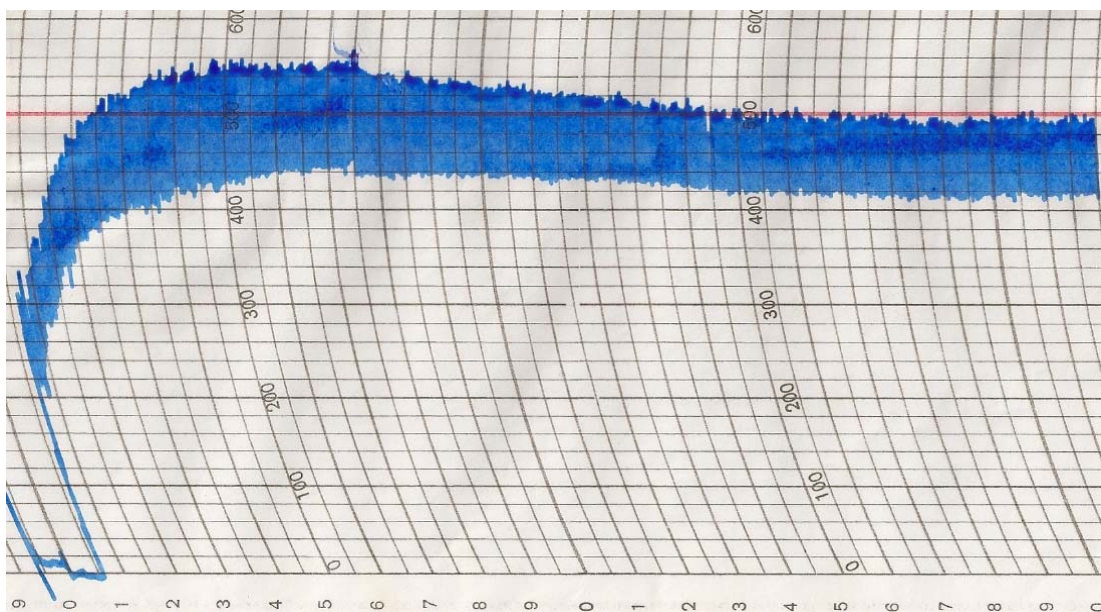


GRÁFICO C.31: FARINOGRAMA DEL PASAJE “Div 1 y 2” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)

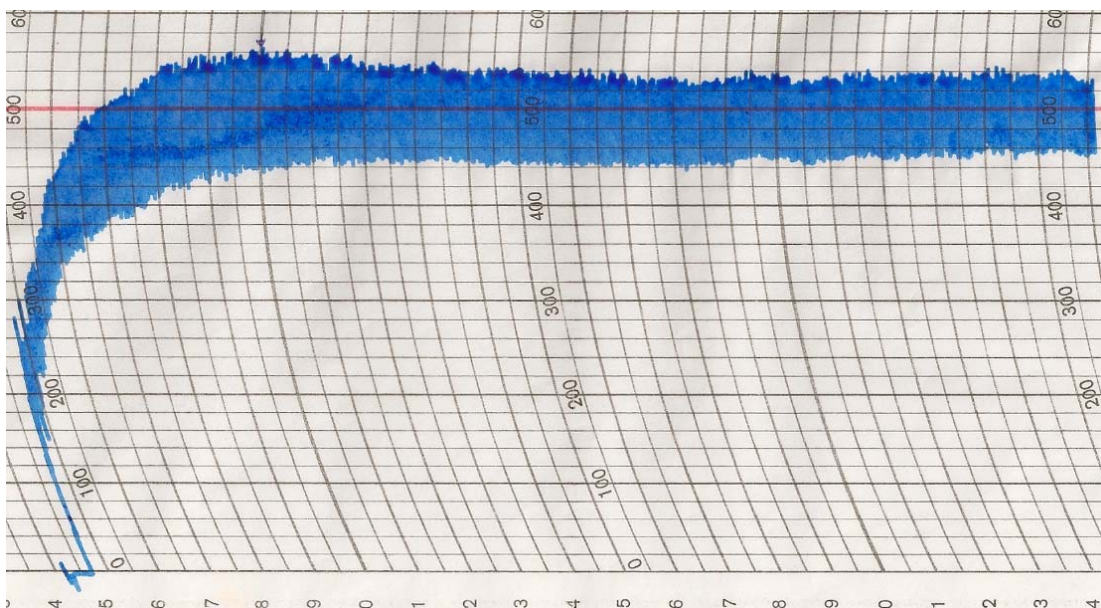


GRÁFICO C 32: FARINOGRAMA DEL PASAJE “Div 1 y 2” DE LA MUESTRA Hard red Winter (HRW)

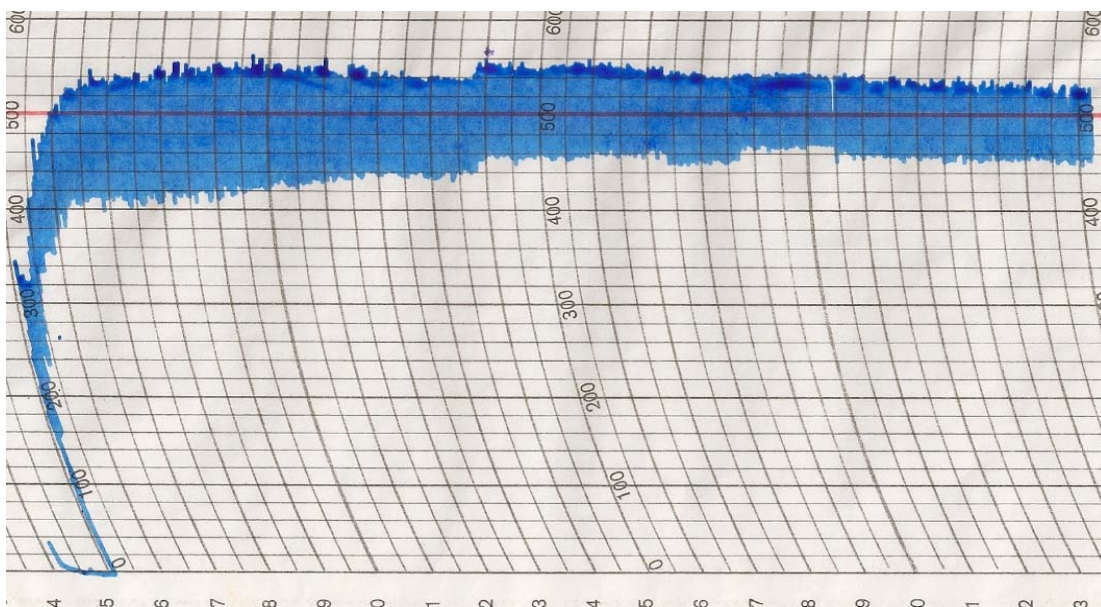


GRÁFICO C 33: FARINOGRAMA DEL PASAJE “Div 4” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

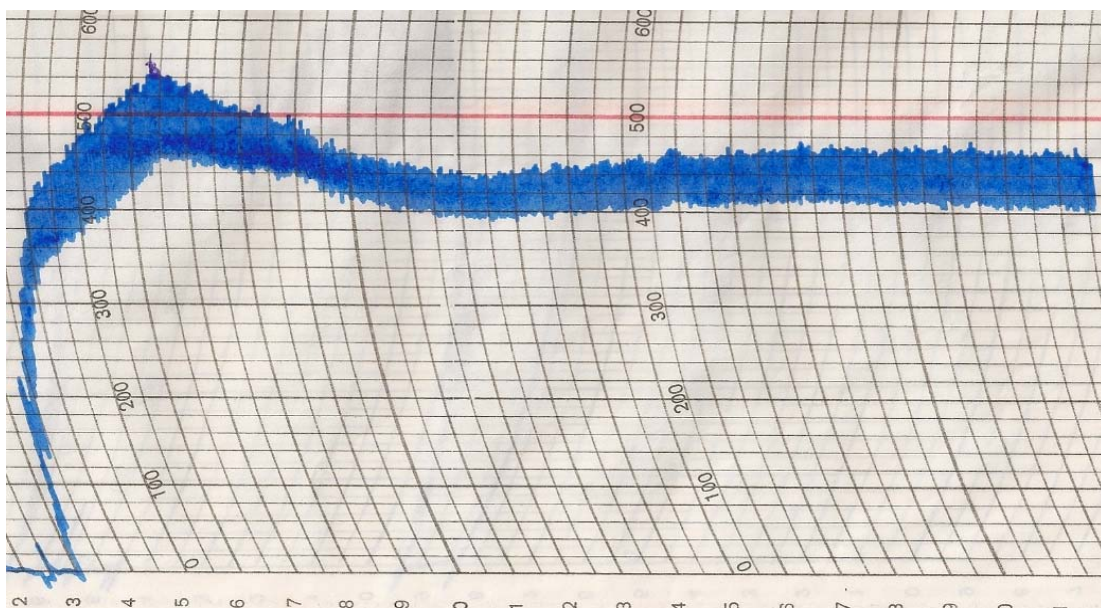


GRÁFICO C.34: FARINOGRAMA DEL PASAJE “Div 4” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)

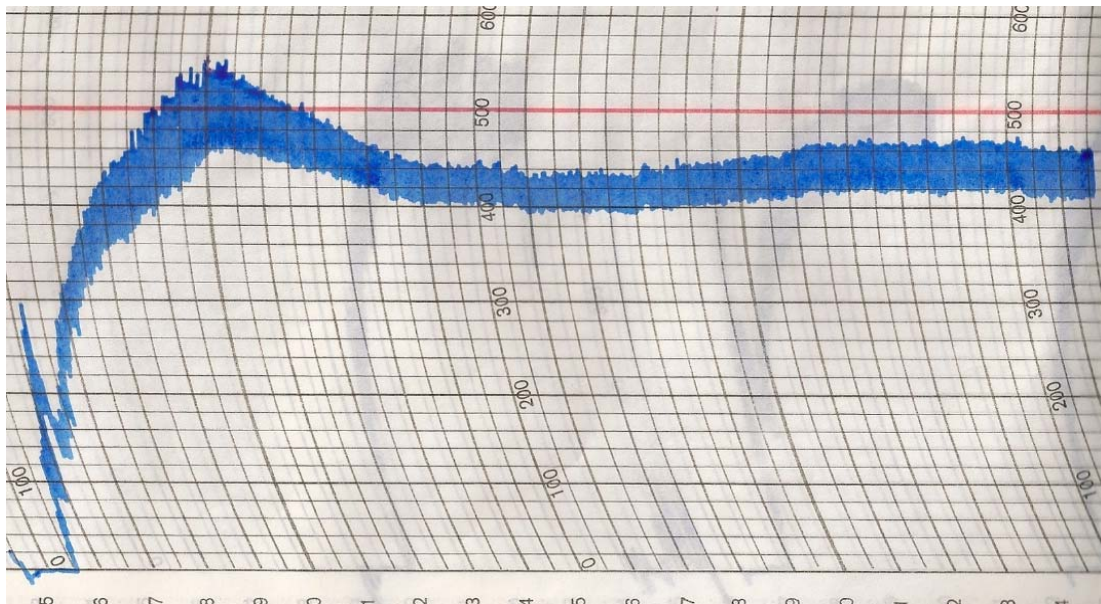


GRÁFICO C.35: FARINOGRAMA DEL PASAJE “Div 4” DE LA MUESTRA Hard red Winter (HRW)

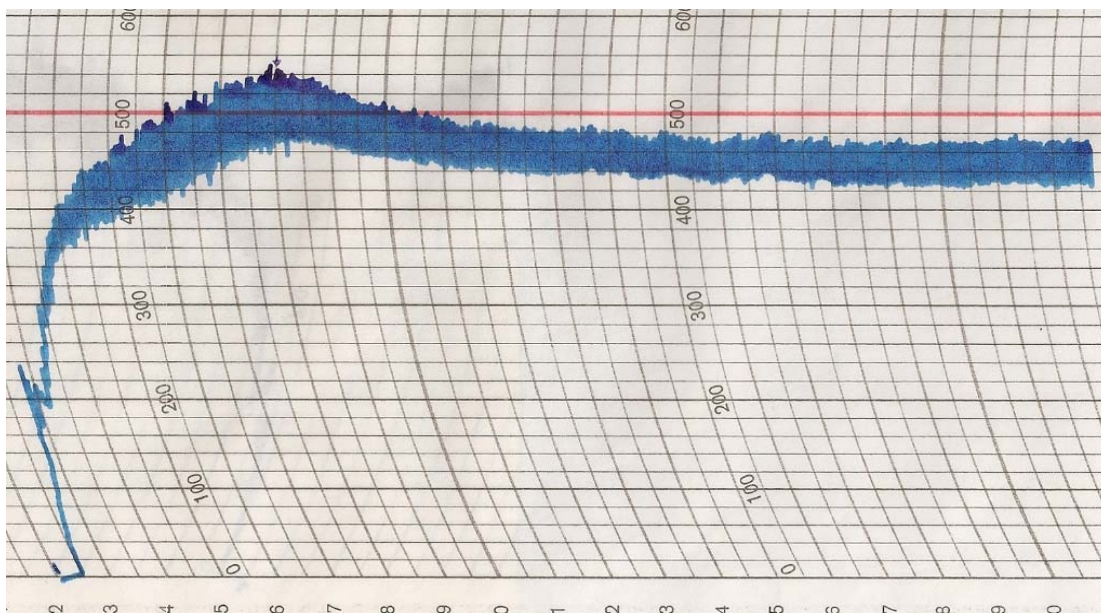


GRÁFICO C.36: FARINOGRAMA DEL PASAJE “A” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

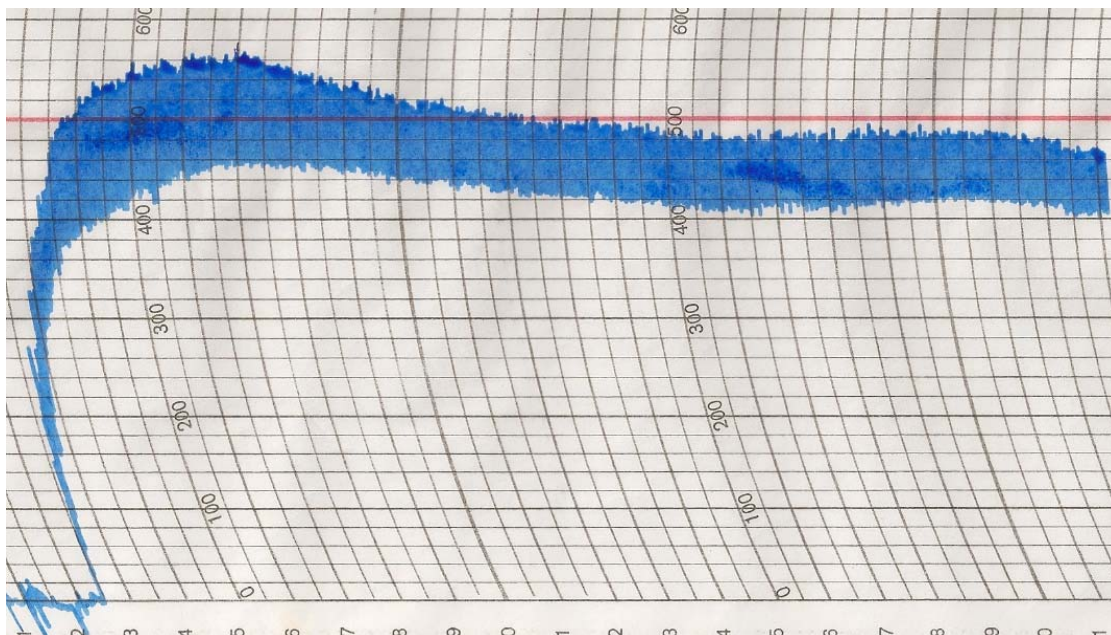
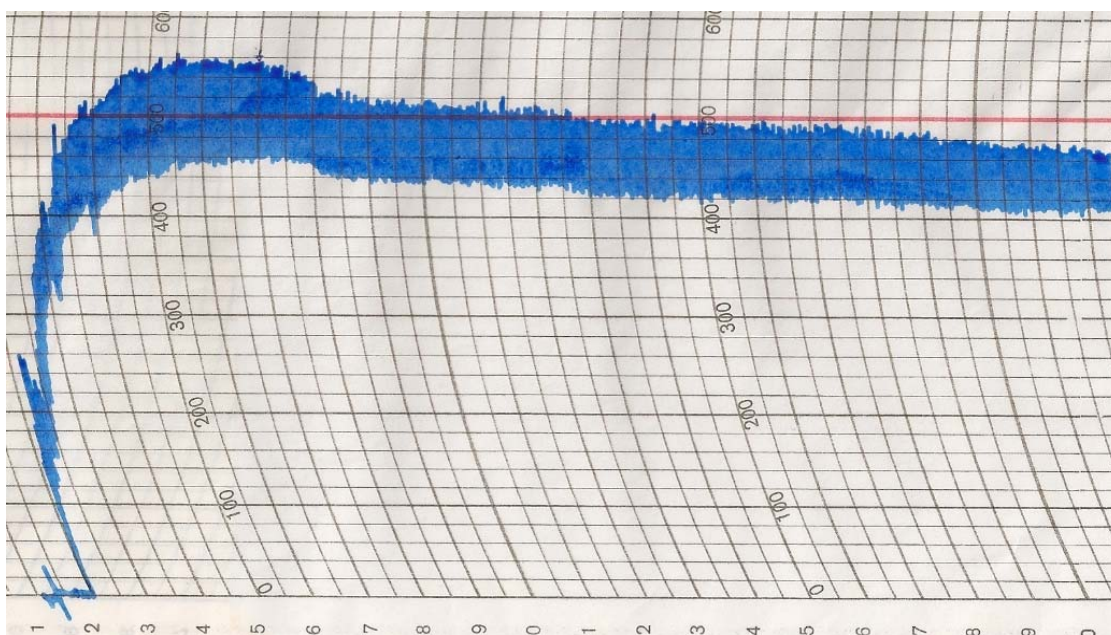
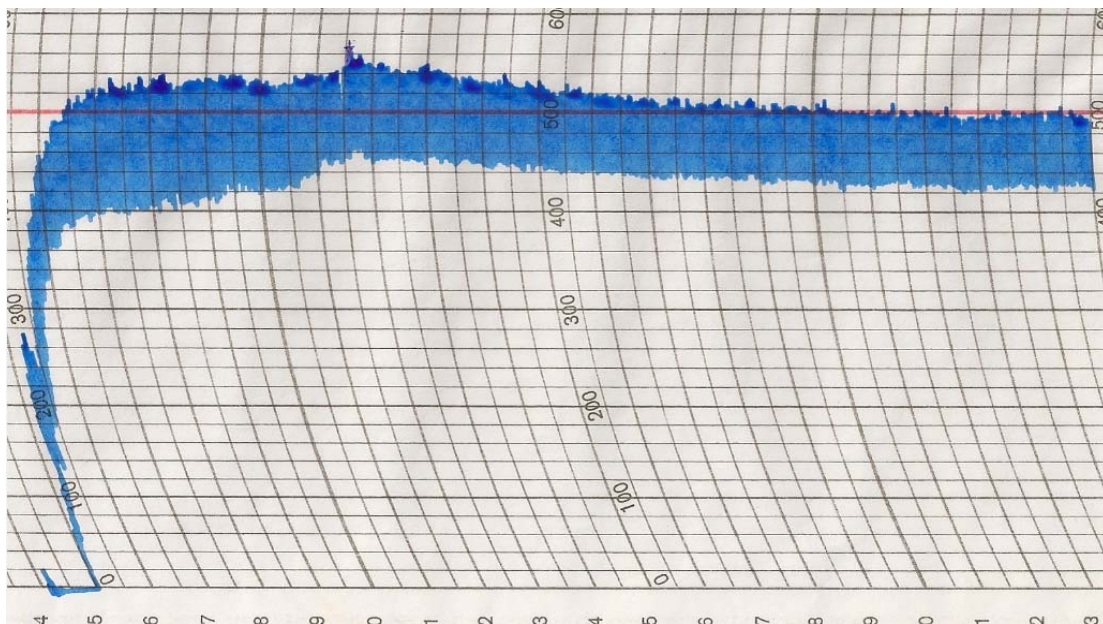


GRÁFICO C.37: FARINOGRAMA DEL PASAJE “A” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)



**GRÁFICO C.38: FARINOGRAMA DEL PASAJE “A” DE LA MUESTRA
Hard red Winter (HRW)**



**GRÁFICO C.39: FARINOGRAMA DEL PASAJE “B” DE LA MUESTRA (90
Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)**

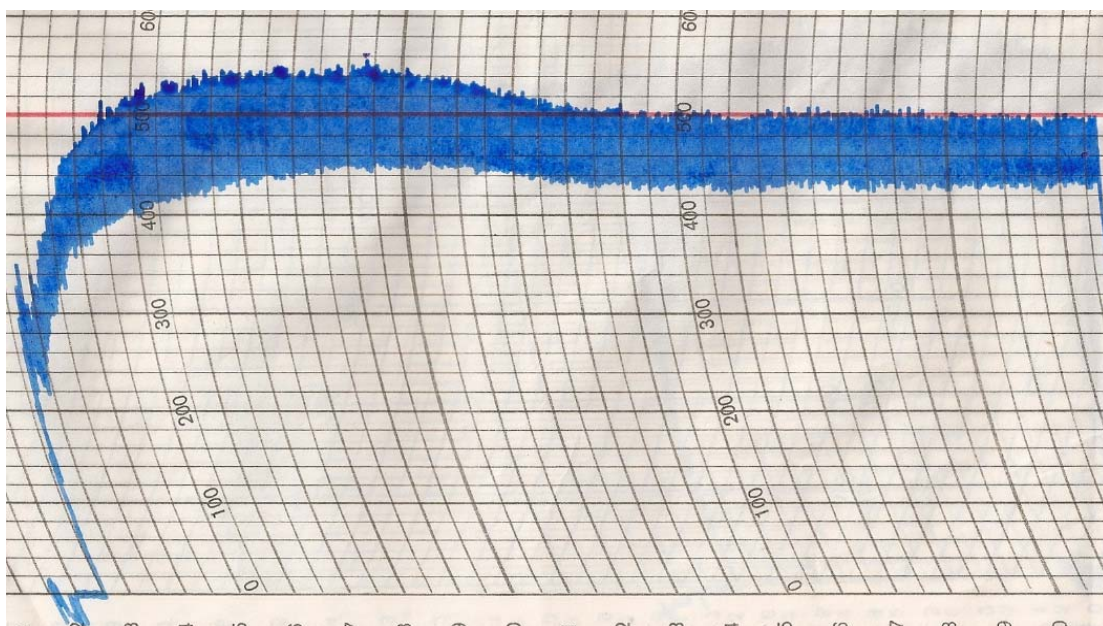


GRÁFICO C.40: FARINOGRAMA DEL PASAJE “B” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)

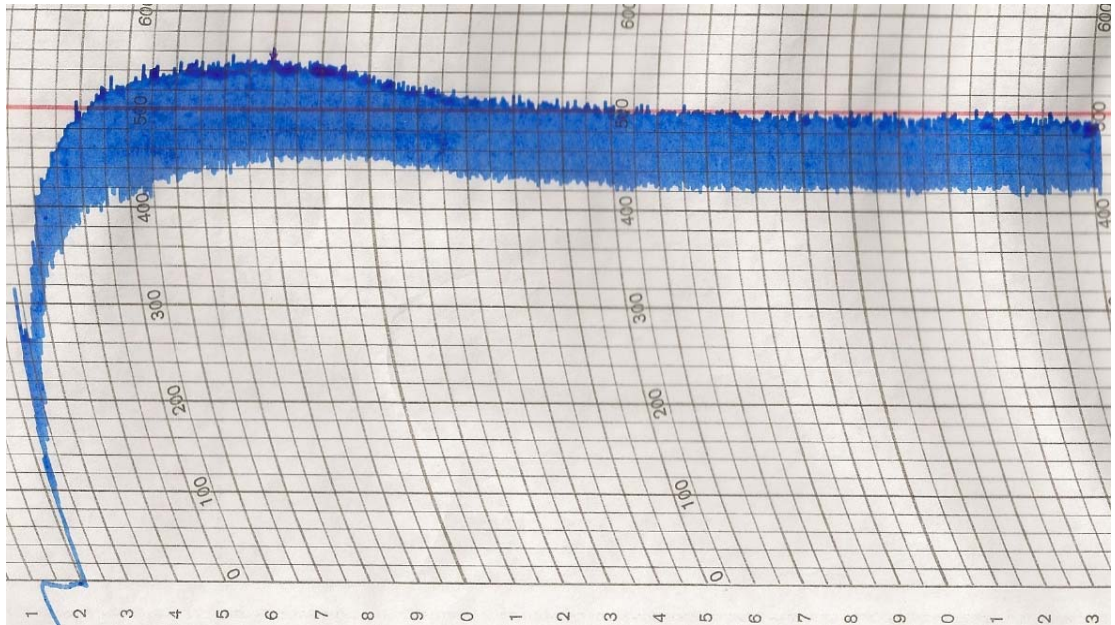


GRÁFICO C.41: FARINOGRAMA DEL PASAJE “B” DE LA MUESTRA Hard red Winter (HRW)

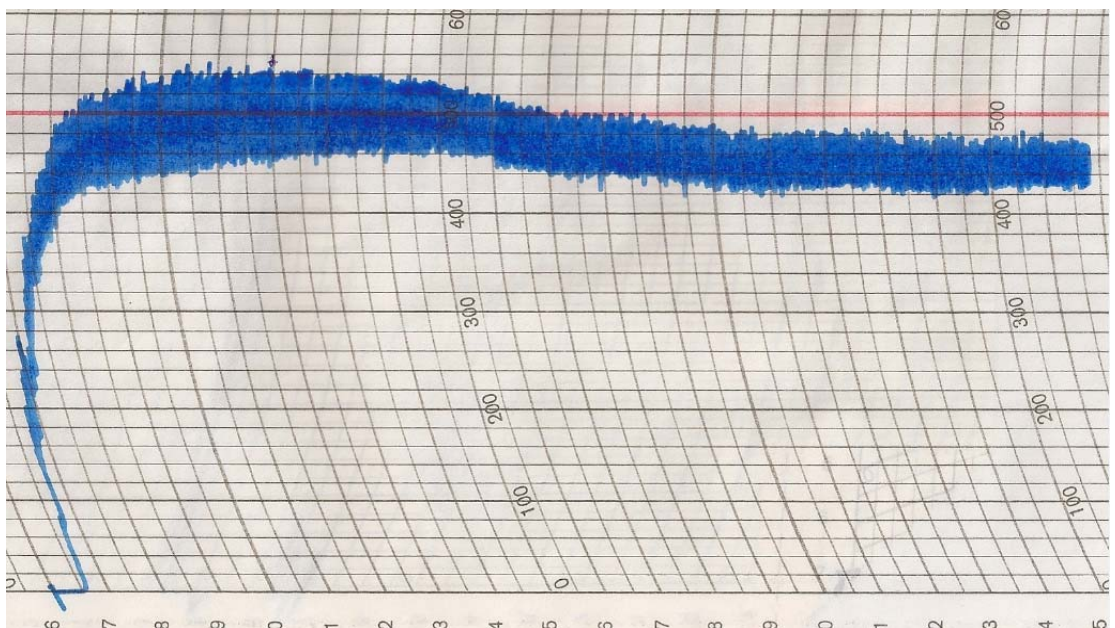


GRÁFICO C.42: FARINOGRAMA DEL PASAJE “C” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

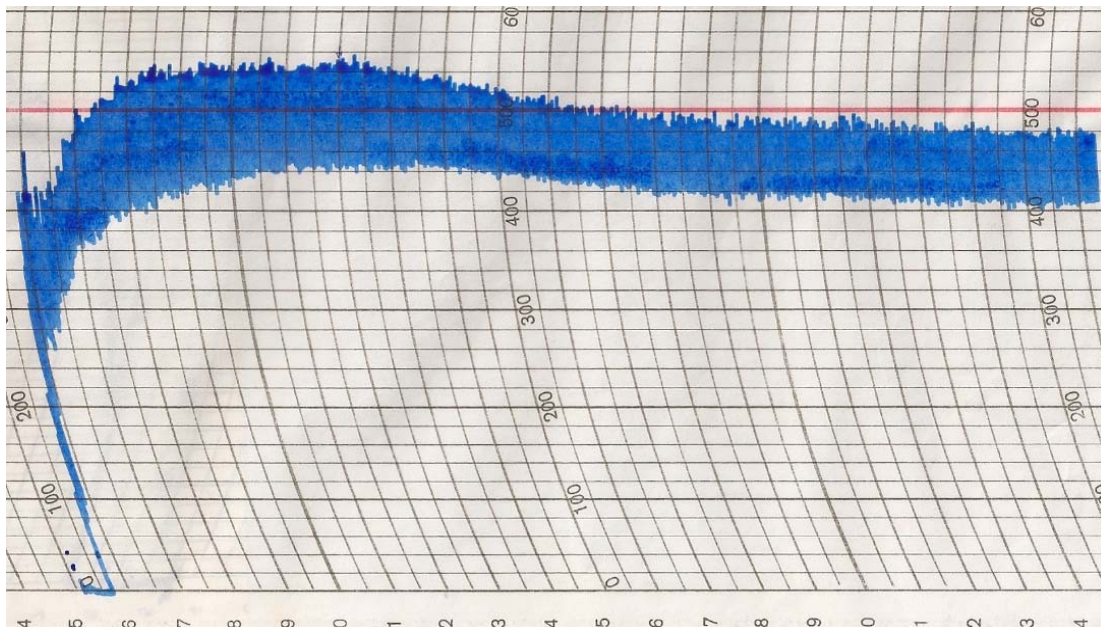
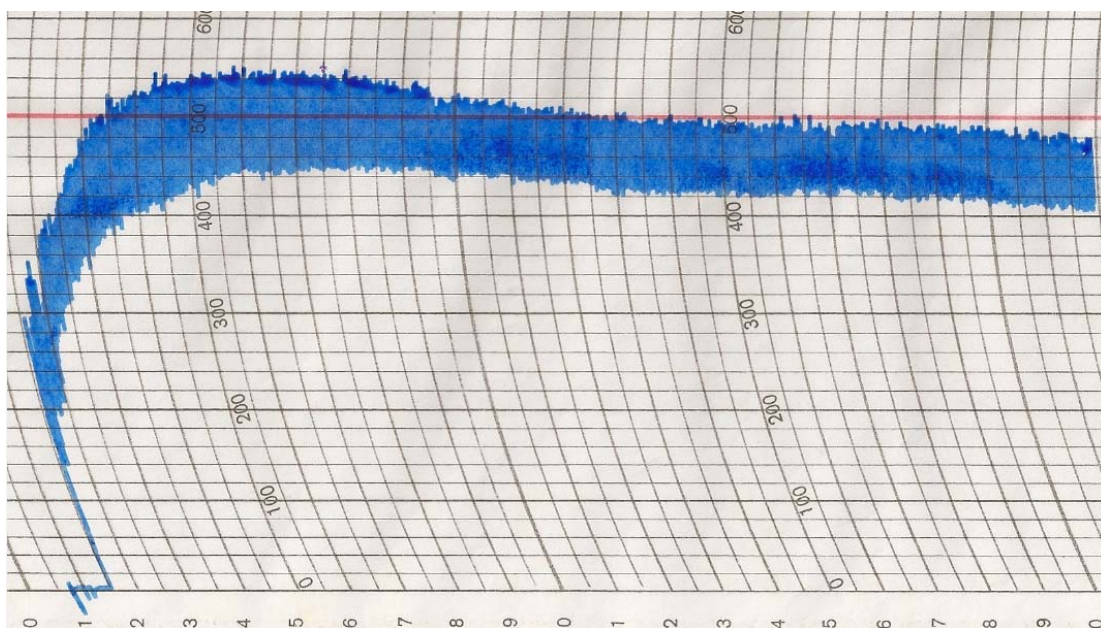
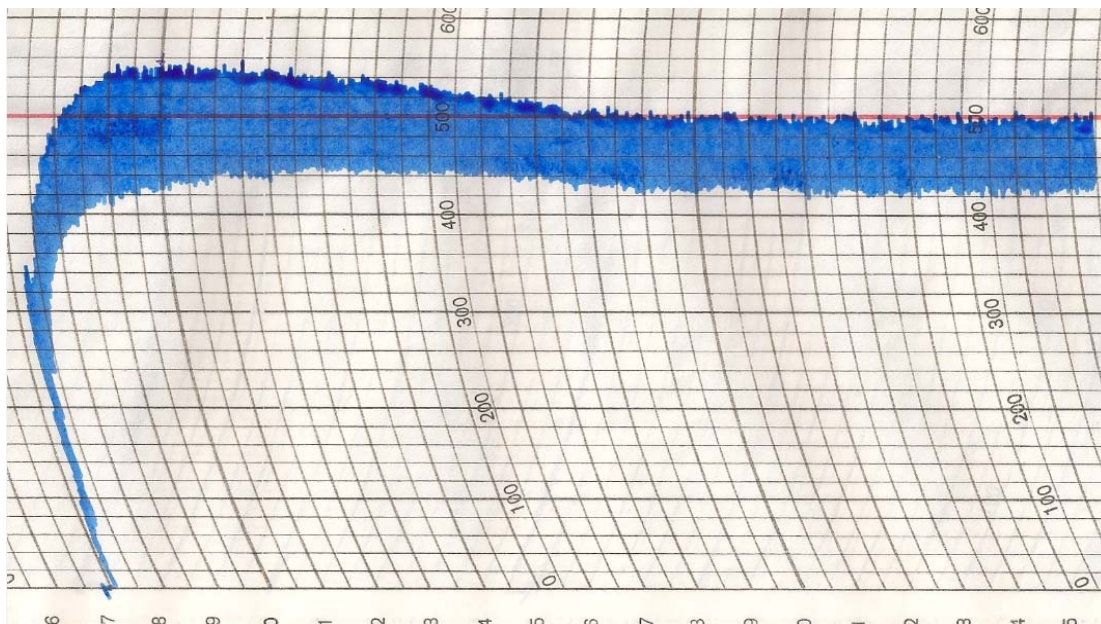


GRÁFICO C.43: FARINOGRAMA DEL PASAJE “C” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)



**GRÁFICO C.44: FARINOGRAMA DEL PASAJE “C” DE LA MUESTRA
Hard red Winter (HRW)**



**GRÁFICO C.45: FARINOGRAMA DEL PASAJE “D” DE LA MUESTRA (90
Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)**

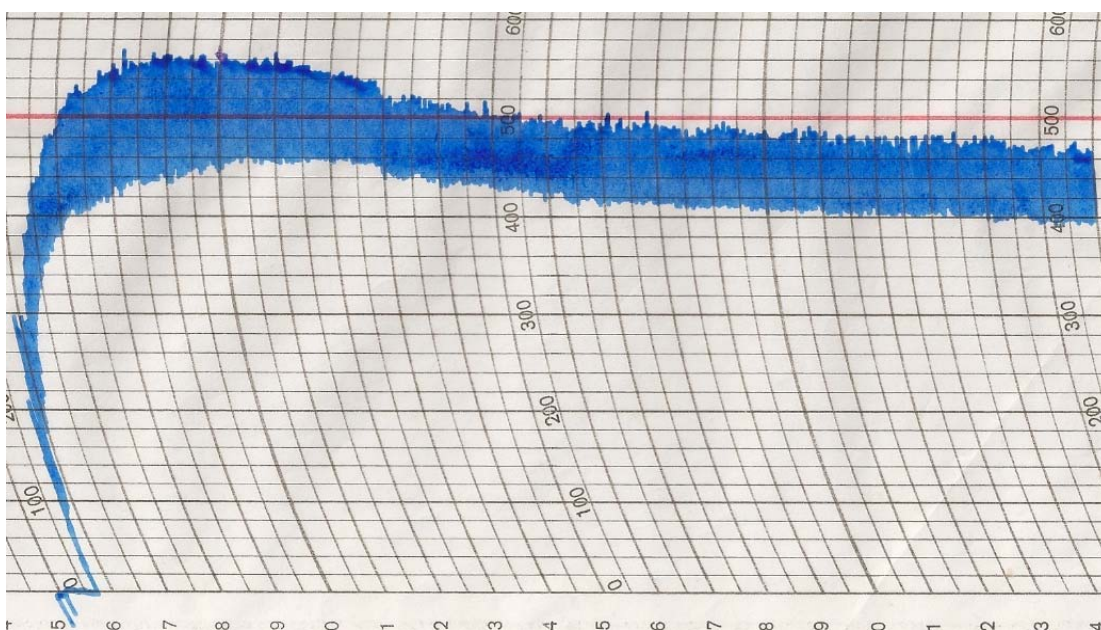


GRÁFICO C.46: FARINOGRAMA DEL PASAJE “D” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)

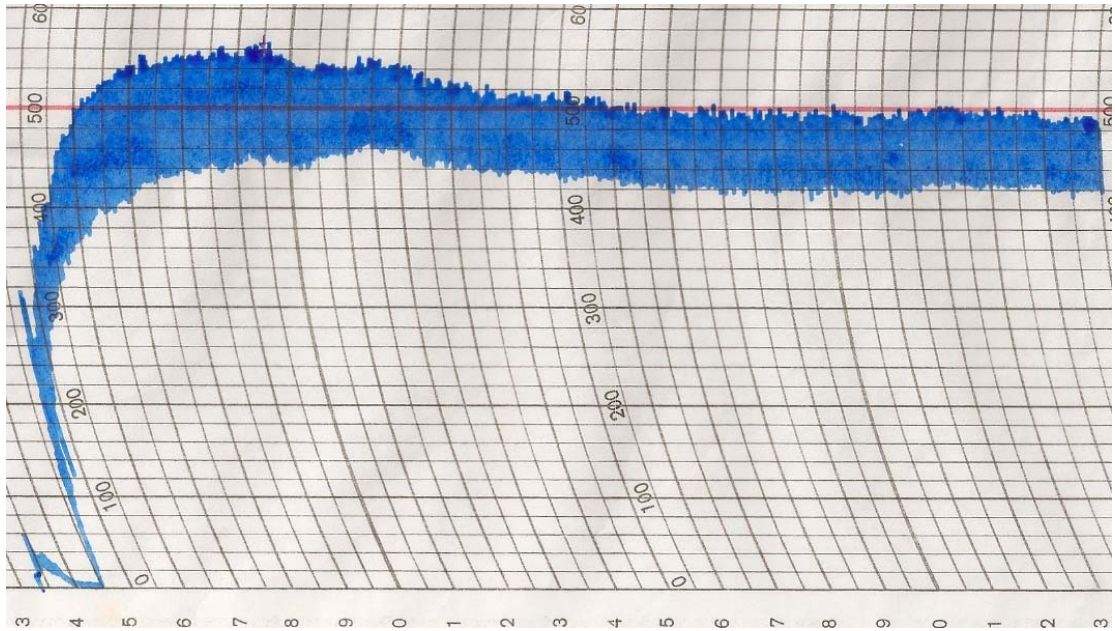


GRÁFICO C.47: FARINOGRAMA DEL PASAJE “D” DE LA MUESTRA Hard red Winter (HRW)

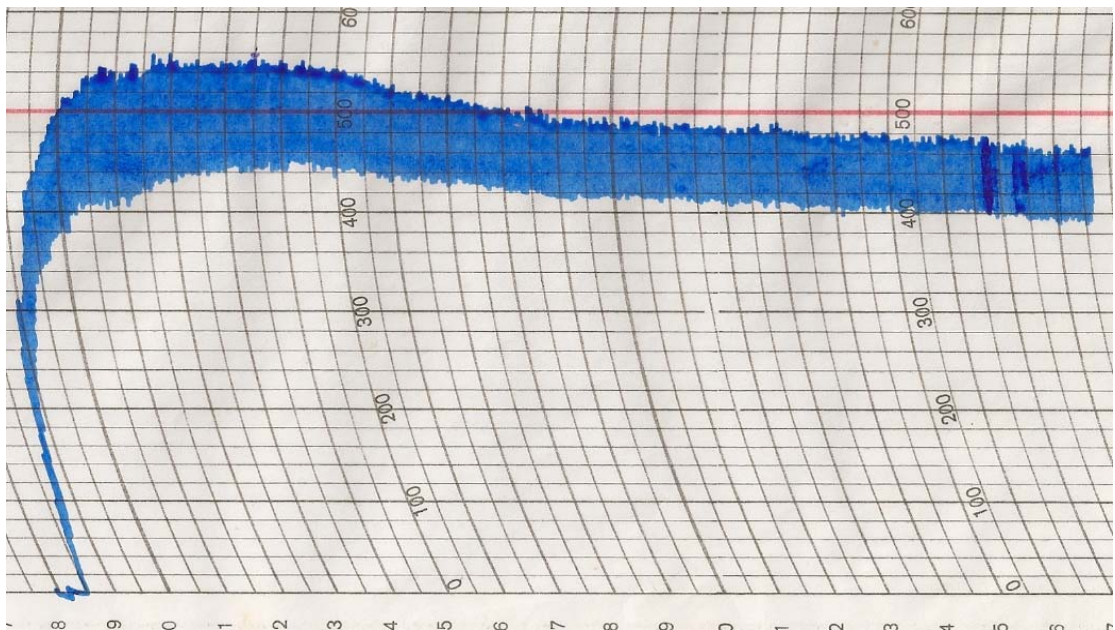


GRÁFICO C.48: FARINOGRAMA DEL PASAJE “E” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

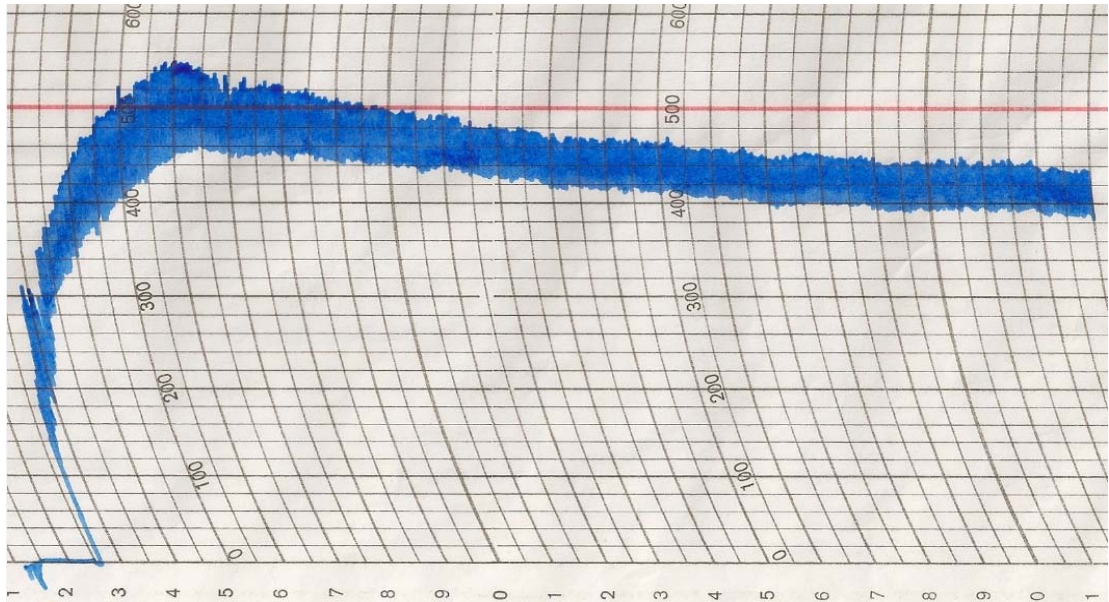


GRÁFICO C.49: FARINOGRAMA DEL PASAJE “E” DE LA MUESTRA Hard red Winter (HRW)

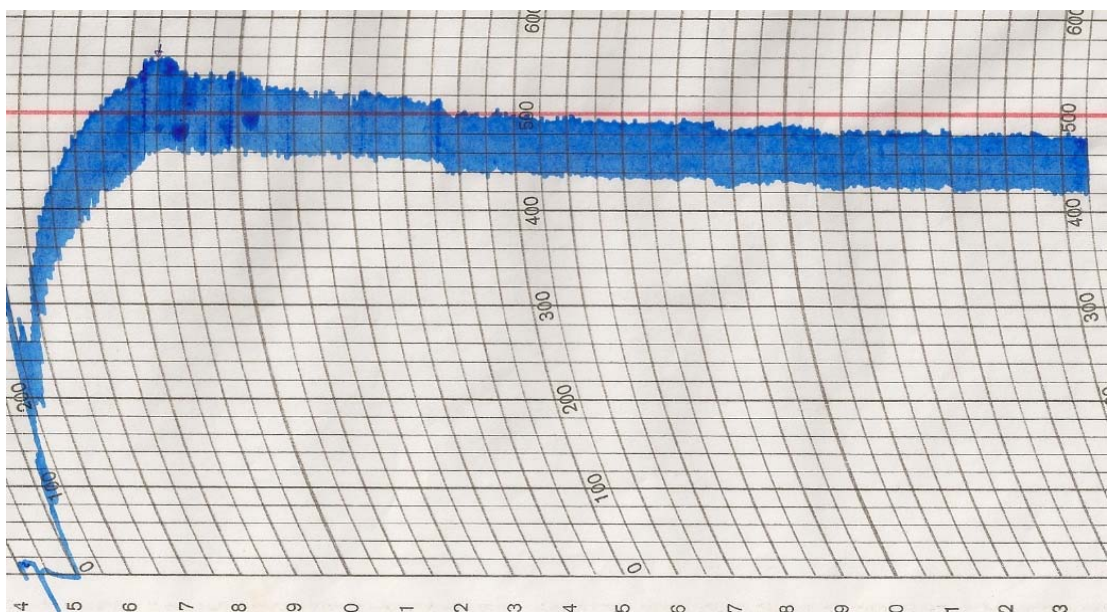


GRÁFICO C.50: FARINOGRAMA DEL PASAJE “E” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)

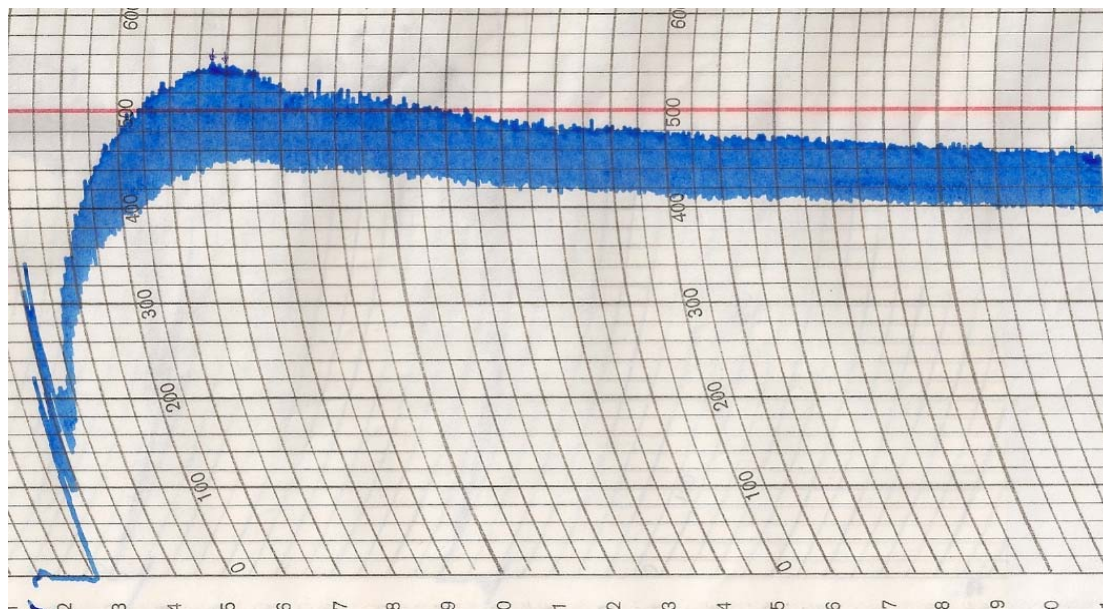


GRÁFICO C.51: FARINOGRAMA DEL PASAJE “B2” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

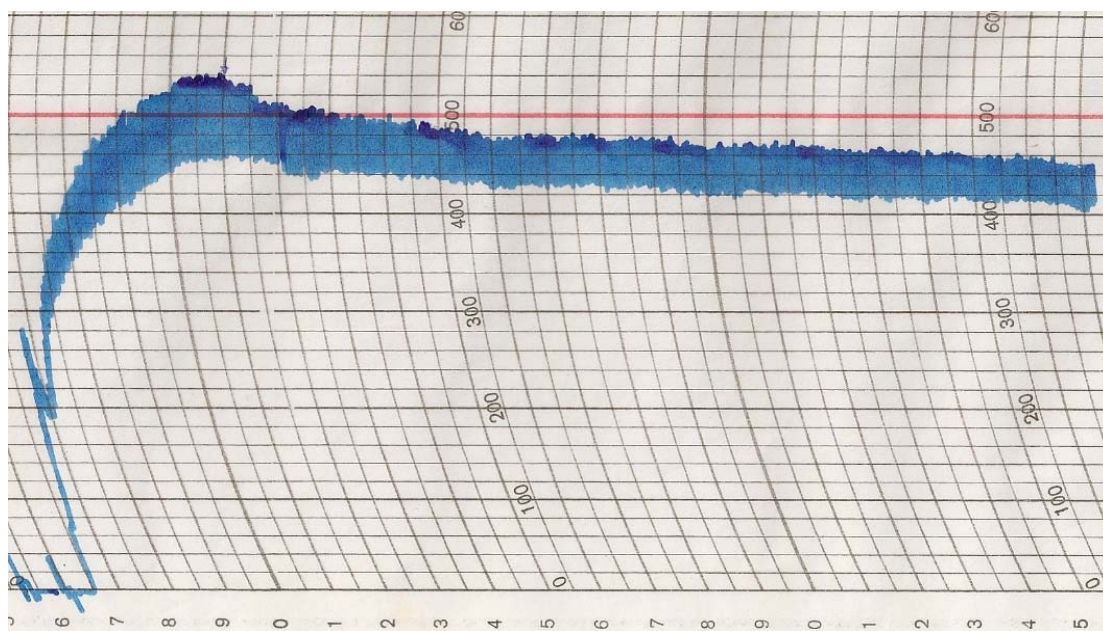


GRÁFICO C.52: FARINOGRAMA DEL PASAJE “B2” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)

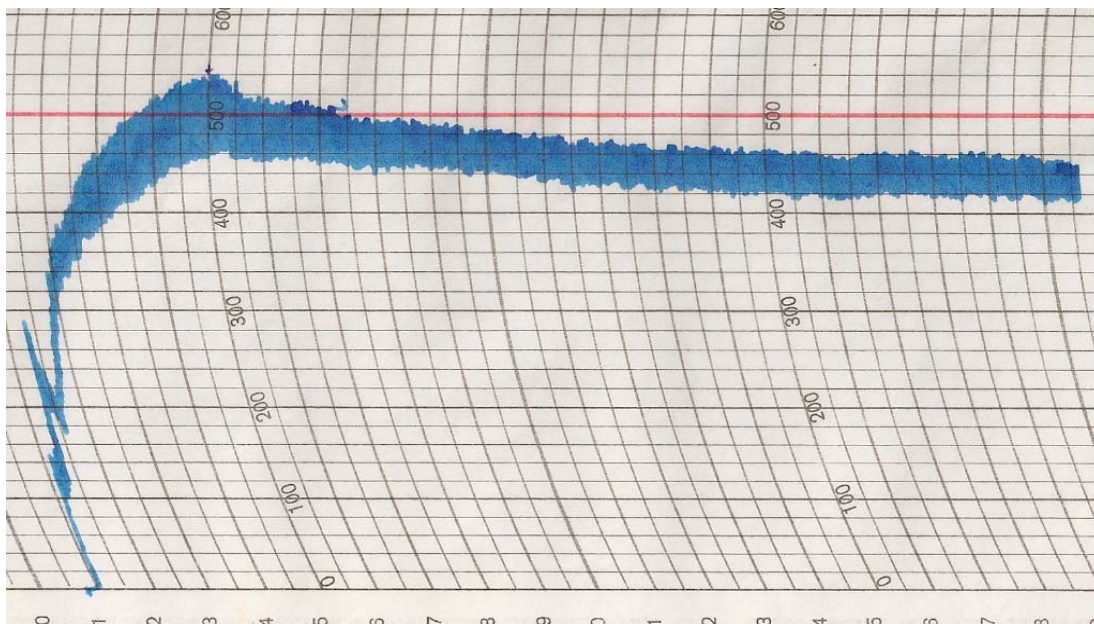


GRÁFICO C.53: FARINOGRAMA DEL PASAJE “B2” DE LA MUESTRA Hard red Winter (HRW)

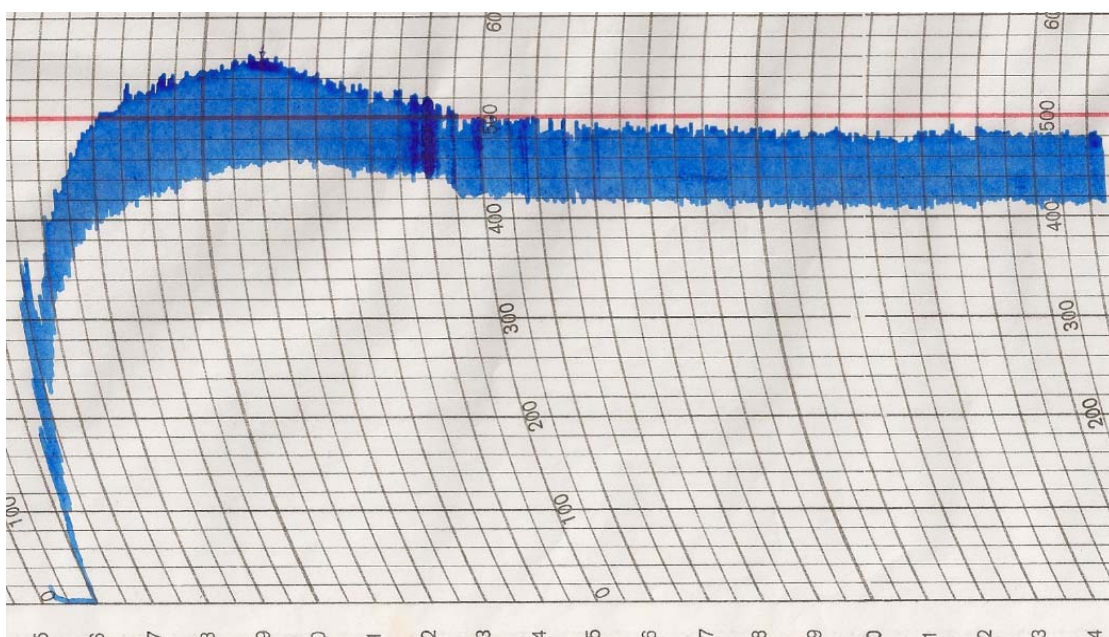


GRÁFICO C.54: FARINOGRAMA DEL PASAJE “F” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

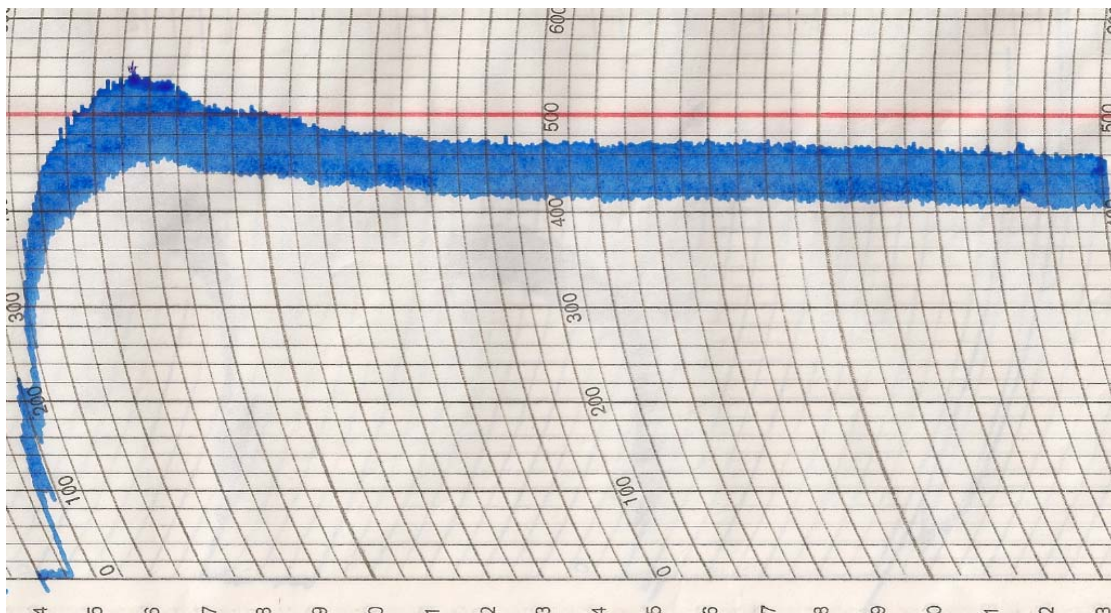
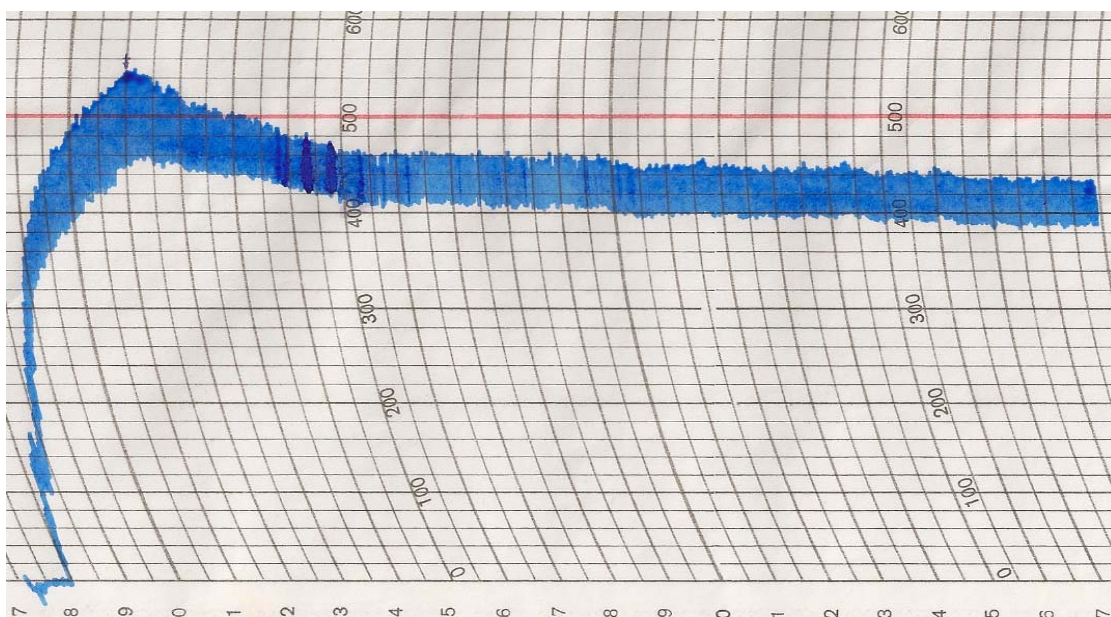
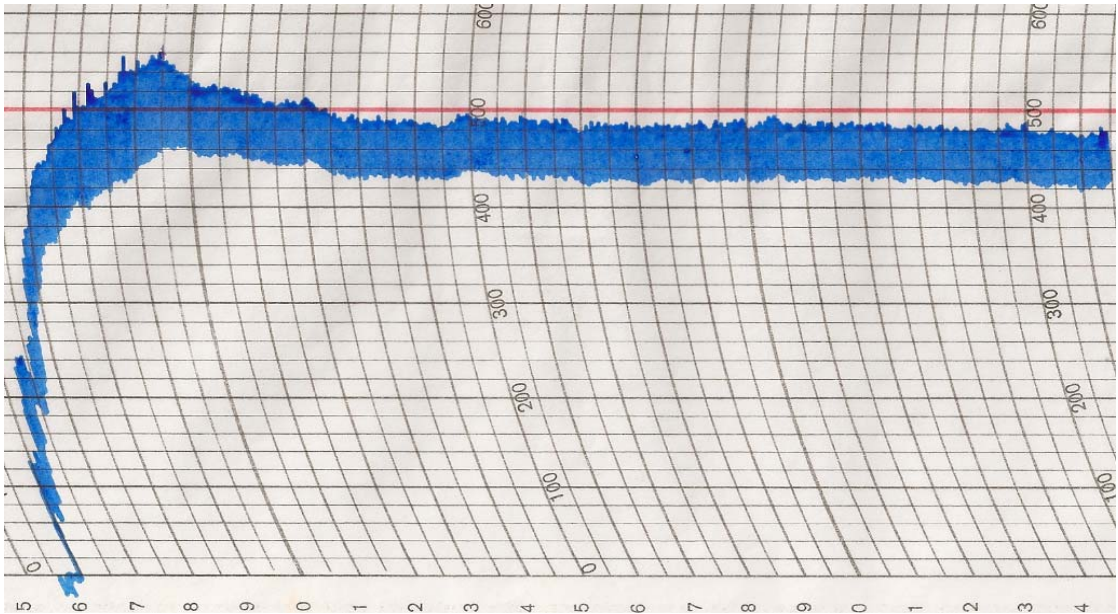


GRÁFICO C.55: FARINOGRAMA DEL PASAJE “F” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)



**GRÁFICO C.56: FARINOGRAMA DEL PASAJE “F” DE LA MUESTRA
Hard red Winter (HRW)**



**GRÁFICO C.57: FARINOGRAMA DEL PASAJE “G” DE LA MUESTRA (90
Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)**

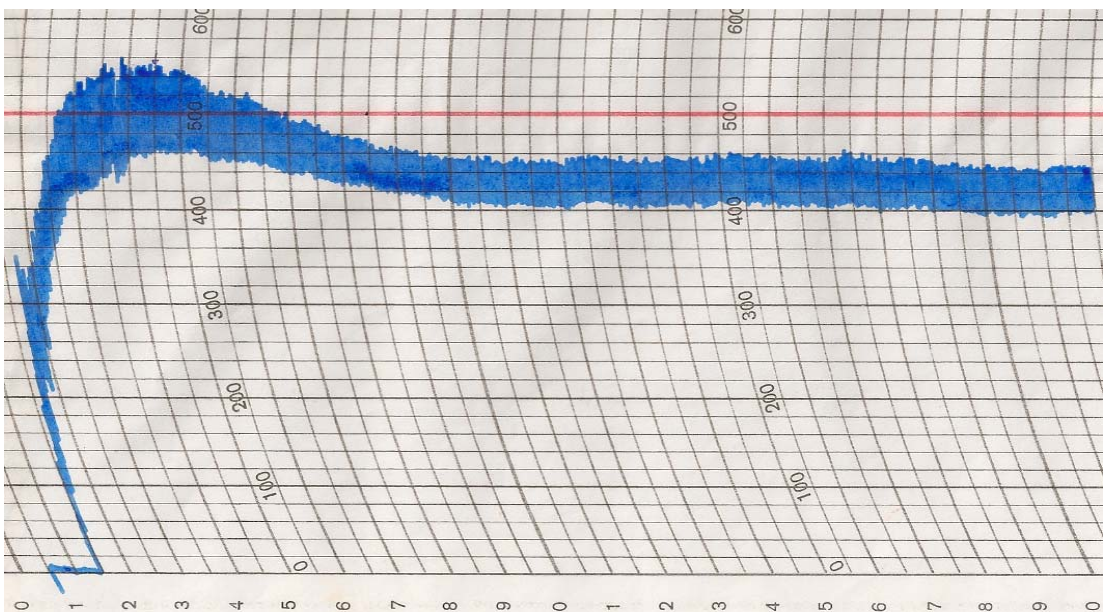


GRÁFICO C.58: FARINOGRAMA DEL PASAJE “G” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)

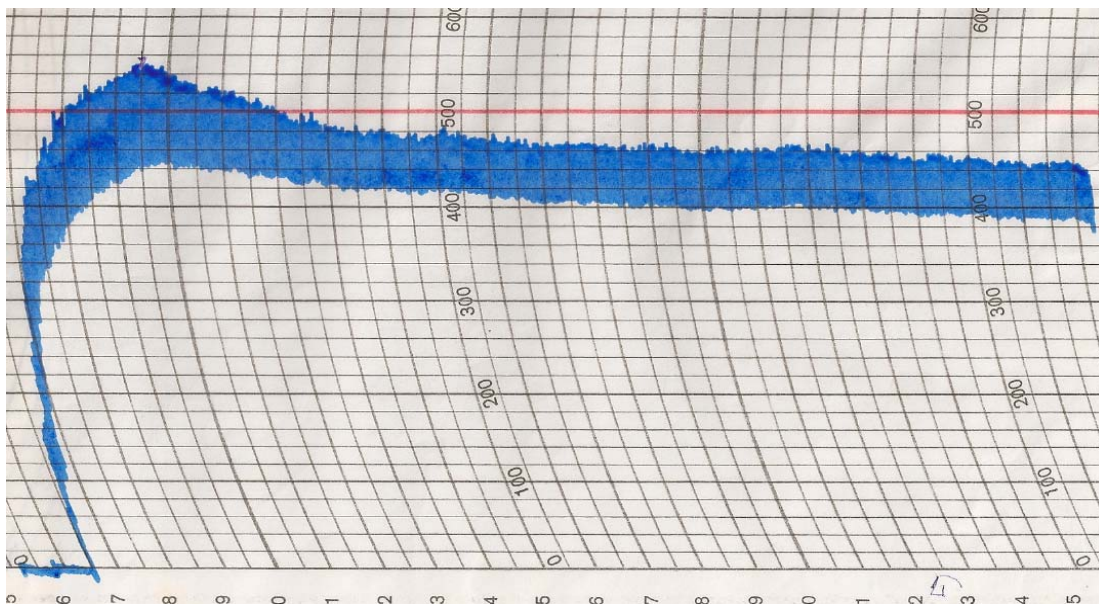


GRÁFICO C.59: FARINOGRAMA DEL PASAJE “G” DE LA MUESTRA Hard red Winter (HRW)

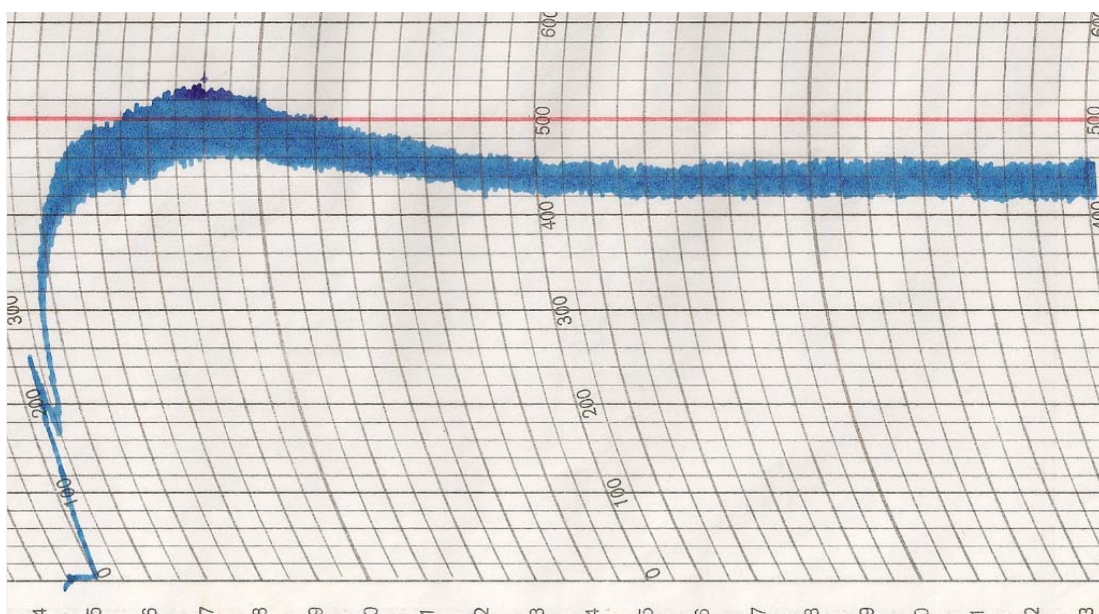


GRÁFICO C.60: FARINOGRAMA DEL PASAJE “H” DE LA MUESTRA (90 Canadian red wheat spring(CRWS)-10 Hard red Winter(HRW)) (90-10)

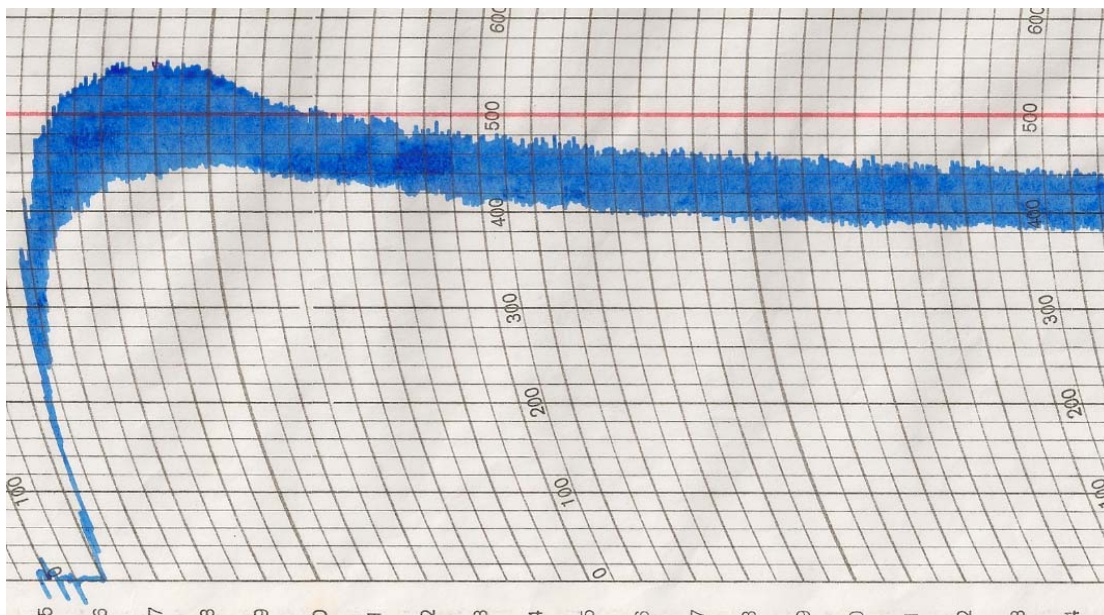
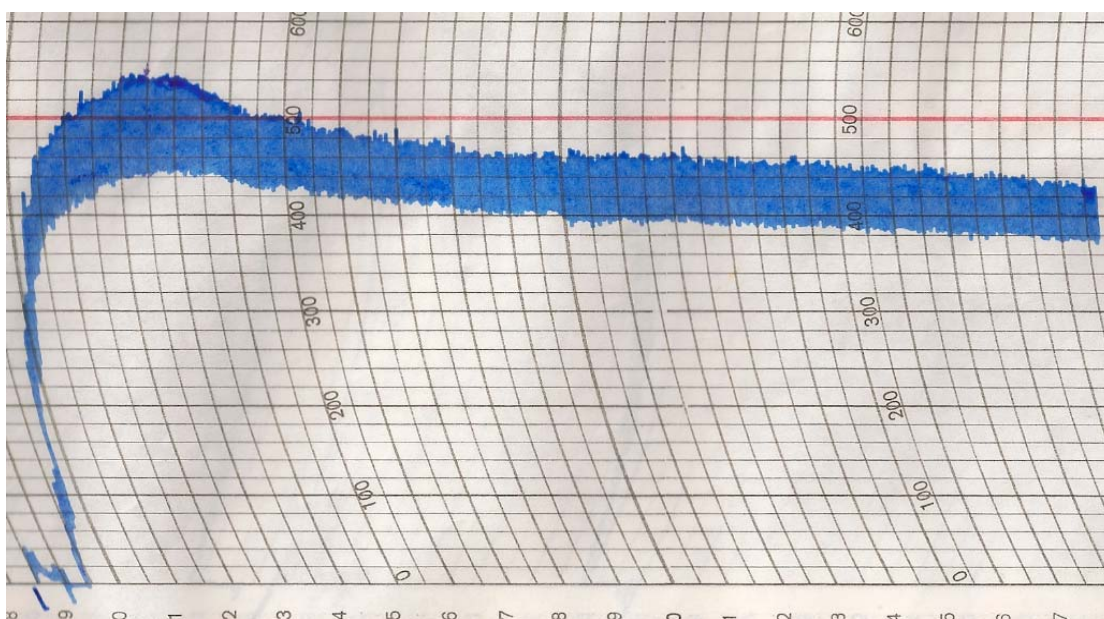


GRÁFICO C.61: FARINOGRAMA DEL PASAJE “H” DE LA MUESTRA Canadian red wheat spring (CRWS)



**GRÁFICO C.62: FARINOGRAMA DEL PASAJE “H” DE LA MUESTRA
Hard red Winter (HRW)**

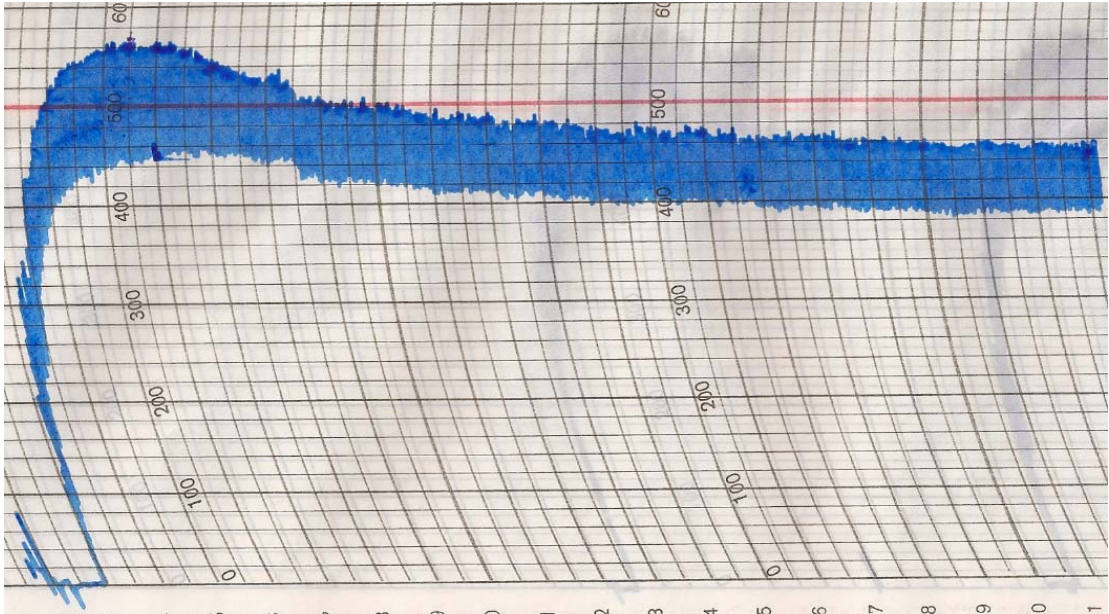


GRÁFICO C.63: FARINOGRAMA DE LA HARINA TESTIGO DE LA CUAL SE ELABORÓ EL PAN

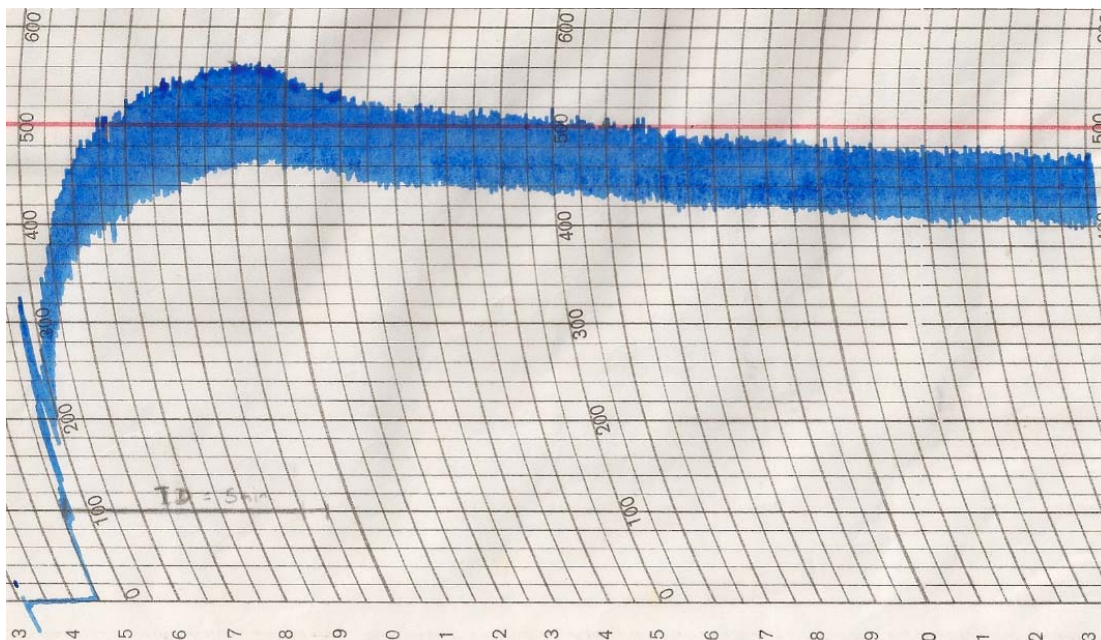
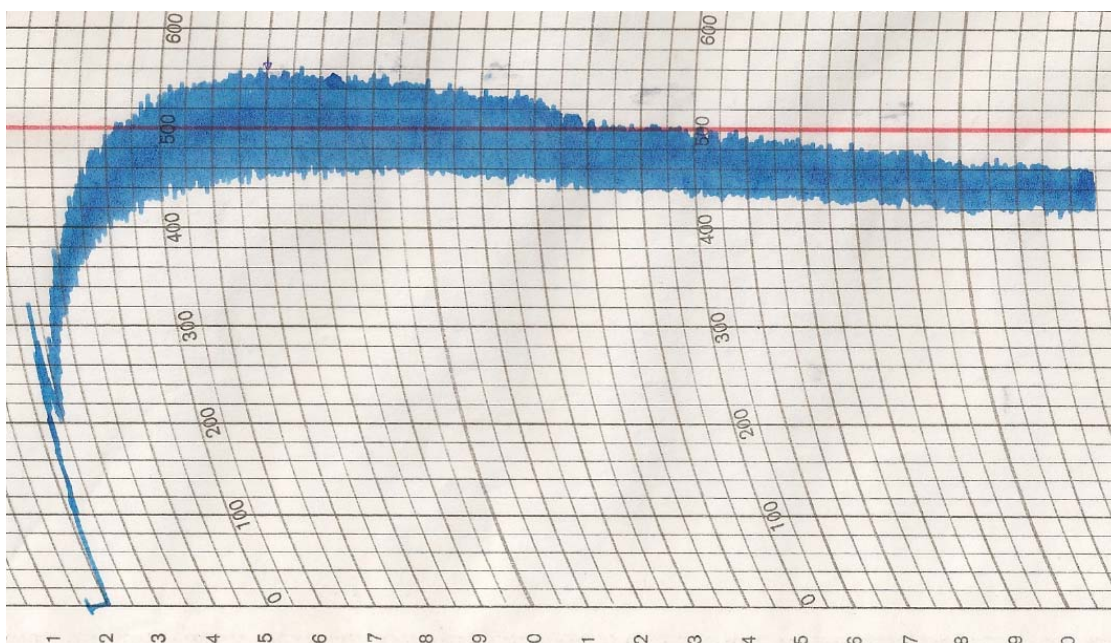


GRÁFICO C.64: FARINOGRAMA DE LA HARINA PRUEBA DE LA CUAL SE ELABORÓ EL PAN



ANEXO D

NORMAS

**ANEXO D.1
HUMEDAD**

Norma Ecuatoriana	GRANOS Y CEREALES DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (METODO DE RUTINA)	INEN 235 1987 - 01
------------------------------	--	-------------------------------

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método de rutina para la determinación de humedad en granos y cereales.

2. ALCANCE

2.1 Este método se aplica a los productos siguientes: trigo, arroz, cebada, mijo, granos de avena, granos molidos, semolina y/o harina de trigo.

2.2 Este método no es aplicable al maíz en grano.

3. DEFINICIÓN

3.1 Humedad en granos y cereales. Es la cantidad de agua contenida en una masa de granos y se expresa en porcentaje.

4. APARATOS

4.1 Balanza analítica. Sensible al 0,1 mg.

4.2 Aparato para deducir la presión entre 1,3 a 2,6 kPa (13 a 26 mba o sea 10 a 20 mm Hg). Por ejemplo, una bomba de agua.

4.3 Molino. Construido de un material que no absorba humedad, fácil de limpiar y que presenta el menor espacio muerto posible. Debe permitir

una trituración uniforme sin provocar calentamiento sensible, que evite al máximo el contacto con el aire exterior y que sea regulable para que pueda obtenerse el tamaño de partícula deseado.

4.4 Tamices de ensayo. N°12 (1,70mm), N°18 (1,00 mm) y N°35 (0,5 mm) o (500um) Norma INEN 1 515.

4.5 Cápsula de metal. No corrosible o de vidrio, provisto de tapa que ajuste bien y cuya superficie útil permita repartir la muestra a razón de 0,3 g/cm² como máximo.

4.6 Estufa. Con regulador de temperatura, ajustada a 130° - 133°C y que alcance 131°C en aproximadamente 30 minutos, cuando tenga en su interior el número máximo de muestras de ensayo que se pueda secar simultáneamente.

4.7 Desecador. Conteniendo anhídrido fosfórico (P₂O₅) o sulfato de calcio anhidro (CaSO₄), granulado e impregnado con cloro de cobalto como indicador, o cualquier otro deshidratante adecuado.

5. PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA

5.1 Preparación de la muestra

a) Productos que no necesitan trituración. Los productos cuyas partículas son de dimensiones inferiores o iguales a 1,70mm, de los cuales menos del 10% en masa son superiores a 1,00mm y más del 50% en masa son inferiores a 0,5mm, no necesitan ser triturados.

b) Productos que necesitan trituración. Si la muestra no reúne las características granulométricas citadas anteriormente, es necesario triturarla sin o con acondicionamiento previo según su contenido de humedad.

5.2 Acondicionamiento de la muestra

- a) Productos que no necesitan acondicionamiento. Los productos cuya humedad se encuentra entre 7 y 17% no necesitan acondicionamiento para triturarlos, porque durante dicha operación su contenido de humedad so sufre variación apreciable.
- b) Productos que necesitan acondicionamiento. Si la humedad del producto antes de la trituración es inferior al 7%, se humedece la muestra tomada para el análisis, colocándola en una atmósfera adecuada para elevar su humedad entre el 7 y el 17%, si su superior a 17%, se seca en una estufa a 130°C durante 7 a 10 min, dejándola luego durante 2h00 como mínimo. De ser posible, la humedad debe quedar entre 9% y un 15%.

6. PROCEDIMIENTO CON ESTUFA

6.1 Productos que no necesitan trituración.

- a) La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- b) La cápsula metálica con su tapa se calienta a 130°-133°C durante unos 30 minutos, se enfría en el desecador y se pesa.
- c) En la cápsula, pesar con aproximadamente al 0,1mg aproximadamente 5g de la muestra y colocar en la estufa juntamente con la tapa de la misma.
- d) Llevar la temperatura de la estufa a 130-133°C manteniéndola durante 2 horas, tiempo que se cuenta a partir del momento en que la estufa alcanza los 130°C
- e) Antes de secar la cápsula de la estufa, colocar la tapa, trasladar al desecador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente,

aproximadamente entre 30 y 45 min, después de colocarse en el desecador.

- f) Calentar de nuevo la cápsula con su contenido durante 2 horas, dejar enfriar en el desecador y pesar. Repetir el procedimiento enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

6.2 Productos que necesitan trituración.

6.2.1 Sin acondicionamiento

- a) La cápsula metálica y su tapa calentar a 130- 133°C durante 30 min, enfriar en el desecador y pesar.
- b) Triturar la muestra.
- c) En la cápsula pesar con aproximadamente al 0,1mg 5g de la muestra triturada y colocar en la estufa, juntamente con la tapa de la misma.
- d) Proceder como en los inicios d, e y f del numeral 6.1.

6.2.2 Con acondicionamiento

- a) La cápsula metálica y su tapa calentar a 130- 133°C durante 30 min, enfriar en el desecador y pesar.
- b) Pesar con aproximación al 0,1mg, 5g de la muestra.
- c) Acondicionar la muestra según el inciso 5.2 y luego pesar con exactitud la muestra acondicionada.
- d) Triturar la muestra (ver 4.3).

- e) En la cápsula, pesar con aproximación al 0,1mg la mayor cantidad posible de muestra triturada; colocar en la estufa, juntamente con la tapa de la misma.
- f) Proceder como en los inicios d, e y f del numeral 6.1.

7. CÁLCULOS

7.1 El contenido de humedad en la muestra de granos y cereales, se expresa en porcentaje en masa, aproximado el resultado a 0,005 por 100g de muestra y se obtiene de acuerdo a las fórmulas siguientes:

- a) Cuando se parte de una muestra que no necesita trituración:

$$H = (m_0 - m_s) * \frac{100}{M_0}$$

Siendo

H= Humedad en porcentaje de masa

M₀= masa de la muestra inicial, en gramos

m_s= masa de la muestra seca, en gramos

- b) Cuando se parte de una muestra que necesita trituración: sin acondicionamiento.

$$H = (m_t - m_s) * \frac{100}{m_t}$$

Siendo

H= Humedad en porcentaje de masa

M_t= masa de la muestra triturada, en gramos

m_s= masa de la muestra seca, en gramos

8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del $\pm 0,20\%$.; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

INFORME DE RESULTADOS

- a)** Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.
- b)** 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.
- c)** Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

9. OBSERVACIONES

9.1 Los límites de humedad indicados en el acondicionamiento de los granos, antes de la trituración, corresponden aproximadamente a una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 40 a 70% en el laboratorio. En el caso de condiciones diferentes, será necesario modificar dichos límites adecuadamente.

9.2 No se deben colocar juntas en la estufa, muestras húmedas con muestras secas, ya que esto da como resultado la rehidratación parcial de las últimas.

OTROS, MÉTODOS RÁPIDOS O DE RUTINA

- a)** Existen métodos rápidos para determinar la humedad de granos comerciales, los cuales se basan en diferentes principios, tales como medida de la conductividad eléctrica, métodos indirectos en los que se aprovechan las propiedades dieléctricas de los granos, etc.

- b)** Para cualquiera de estos métodos, el equipo que va a emplearse, debe calibrarse previamente y a intervalos regulares durante su funcionamiento, el mismo que debe tener una sensibilidad de $\pm 0,2\%$ de humedad, cuando se comparan las lecturas con los resultados obtenidos por el método descrito en esta norma.

ANEXO D.2
CENIZAS

Norma Ecuatoriana	HARINA DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACIÓN DE LA CENIZA	INEN 520 1980 - 12
------------------------------	--	-------------------------------

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de ceniza de origen vegetal.

2. TERMINOLOGÍA

2.1 Ceniza. Es el residuo obtenido después de incinerar la muestra, dentro de las condiciones descritas en la presente norma.

3. RESUMEN

3.1 Incinerar la muestra a $550 \pm 15^{\circ}\text{C}$ y pesar el residuo que corresponde a las cenizas en las harinas de origen vegetal.

3.2 El material que se use debe estar debidamente estandarizado e inspeccionado.

4. INSTRUMENTAL

4.1 Crisol de porcelana, o de otro material inalterable a las condiciones del ensayo.

4.2 Mufla, con regulador de temperatura, ajustado a $550 \pm 15^{\circ}\text{C}$.

4.3 Desecador, con cloruro de calcio u otro deshidratante adecuado..

4.4 Pinza, para la cápsula.

4.5 Balanza analítica, sensible al 0,1mg.

5. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

5.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpio, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable) y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

5.2 La cantidad de muestra de harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.

5.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

6.2 Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla a $550 \pm 15^{\circ}\text{C}$, durante 30 min. Enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1mg.

6.3 Transferir al crisol y pesar, con aproximación al 0,1mg, 5g de la muestra

6.4 Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerla allí durante pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material, lo que podría ocurrir si el crisol se introduce directamente a la mufla.

6.5 Introducir el crisol en la mufla a $550 \pm 15^{\circ}\text{C}$ hasta obtener cenizas de un color gris claro. No deben fundirse las cenizas.

6.6 Sacar de la mufla el crisol con la muestra, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, con aproximación al 0,1mg.

6.7 Repetir la incineración por períodos de 30 min, enfriando hasta que no haya disminución en la masa.

7. CÁLCULOS

7.1 El contenido de cenizas en muestras de harina de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{100 (m_3 - m_1)}{(100-H) (m_2 - m_1)}$$

Siendo:

C = contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m_1 = Masa del crisol vacío, en g.

m_2 = Masa del crisol con la muestra, en g.

m_3 = Masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

8. ERRORES DE MÉTODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 0,001%.; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

9. INFORME DE RESULTADOS

- 9.1** Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.
- 9.2** 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
- 9.2.1** Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

**ANEXO D.3
GLUTEN**

Norma Ecuatoriana	HARINA DE TRIGO DETERMINACIÓN DE GLUTEN	INEN 529 1980 - 12
------------------------------	--	-------------------------------

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de gluten en harinas de trigo, lo cual sirve la calidad de las harinas en sus diferentes usos.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma describe las siguientes determinaciones:

- Gluten húmedo
- Gluten seco

3. TERMINOLOGÍA

3.1 Gluten.- Es el producto plástico – elástico compuesto principalmente por las proteínas gluteninas y gliadinas insolubles en agua y extraídas mediante procedimientos normalizados.

3.2 Glutenina.- Es la porción de gluten (glutelina) a la que se le atribuye al papel de dar firmeza y fuerza a la harina, se encuentra en las semillas de la gramínea junto con el almidón.

3.3 Gliadina.- Es la porción del gluten (prolamina) que actúa como el adhesivo y mantiene unidas las partículas de glutenina.

4. DISPOSICIONES GENERALES

- 4.1** Para determinar el contenido de gluten en las diferentes harinas de trigo, puede usarse cualquiera de los métodos descritos en esta norma. En casos de discrepancia o litigio, debe usarse el método de determinación del gluten húmedo.
- 4.2** El material que se use debe estar debidamente estandarizado e inspeccionado.

5. DETERMINACIÓN DEL GLUTEN HUMEDO

5.1 Principio

- 5.1.1** Preparar la harina de trigo una masa con solución de cloruro de sodio. Aislar el gluten de la masa mediante lavado salino y agua, luego secar y pesar el residuo.

5.2 Instrumental

- 5.2.1** Cápsula de porcelana o de otro material inalterable a las condiciones de ensayo.
- 5.2.2** Mortero de porcelana, barnizado interiormente, o de metal esmaltado de 10 a 15 cm de diámetro.
- 5.2.3** Espátula de cuerno de 18 a 20 cm de longitud.
- 5.2.4** Bureta de 10 cm³ con graduaciones al 0.1 cm³.
- 5.2.5** Extractor de gluten, con disco excéntrico y mecanismo tensor para gasa de seda; el disco debe dar 80 revoluciones por minuto.

- 5.2.6** Cronómetro, capaz de medir pequeños intervalos de tiempo.
- 5.2.7** Recipiente de agua, botella tubular con gasto regulable (cantidad de fluido que sale por un orificio en unidad de tiempo).
- 5.2.8** Marco de madera, de 30 por 40 cm, revestido de gasa para sémola No 56.
- 5.2.9** Placa de vidrio, ligeramente deslustrada, de 40 por 40 cm.
- 5.2.10** Prensa para gluten, sistema Berliner, cuya distancia entre placas debe ser de 2.4 mm. Para comprobar la distancia entre las placas, calentar suavemente un trozo de cera o de parafina, aplastar en la prensa y medir el espesor de la placa obtenida, valiéndose de un tornillo micrométrico.
- 5.2.11** Balanza analítica, sensible al 0.01gr.

5.3 Reactivos

- 5.3.1** Solución al 2% de cloruro de sodio (pH 6.2). Disolver 200 gr de cloruro de sodio químicamente puro, 7.54 gr de KH_2PO_4 y 1.4 gr de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, en 10 litros de agua destilada. La solución debe prepararse cada día que se use.
- 5.3.2** Solución 0.001 N de yodo, debidamente estandarizada.

5.4 Preparación de la Muestra

- 5.4.1** Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpio, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable) y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
- 5.4.2** La cantidad de muestra de harina extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.
- 5.4.3** Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

5.5 Procedimiento

- 5.5.1** La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- 5.5.2** Pesar, con aproximadamente al 0.01 gr, aproximadamente 10 gr de muestra preparada y verter cuidadosamente en el mortero de porcelana o de metal esmaltado.
- 5.5.3** Agregar gota a gota 5.5 cm³ de la solución de cloruro de sodio (ver 5.3.1), remover continuamente la harina con espátula, comprimir la mezcla con la espátula, cuidando de no perder nada de harina y formar una bola de masa. La masa adherida a la pared del mortero añadir a la bola de masa.
- 5.5.4** Para homogenizar la masa, se la enrolla con la palma de la mano sobre la placa de vidrio deslustrada, hasta que tenga una longitud de 7 a 8 cm, luego se la vuelve a dar forma de bola y se repite el amasado de la misma manera 5 veces. La mano que efectúa la

homogenización debe estar revestida de un guante de caucho, con el fin de proteger la masa del calor y de la transpiración.

- 5.5.5** *Lavado a mano.* Dejar caer un ligero chorro de agua (el que de estar a la temperatura ambiente) sobre la bola de masa formada y que se encuentra en la palma de la mano. El ritmo del goteo debe ser tal que aproximadamente 0.75 litros de agua desagüe en 8 minutos. Durante este tiempo se prensa alternativamente la masa y se la retira siete veces, de forma que se parta en dos trozos que se juntan enseguida. La duración del lavado depende del contenido de la masa en gluten; sin embargo, debe ser aproximadamente la misma siempre y no rebasar 8 minutos, si es posible.
- 5.5.6** *Lavado con el extractor de gluten.* Colocar la bola de masa sobre la gasa de seda, ligeramente tensa, del extractor. Mojar la masa con un ligero chorro de agua y colocar en su sitio el disco excéntrico. El lavado dura 10 minutos tiempo en cual debe gastarse aproximadamente unos 400 cm³ del chorro de agua.
- 5.5.7** Al lavado mecánico del gluten sigue un lavado a mano, cuya duración, en general, no debe exceder de 2 minutos. Se puede considerar terminada la extracción de gluten cuando el agua de lavado no lleve almidón, lo que se comprueba usando la solución 0.001 N de yodo.
- 5.5.8** Deprender de la bola de gluten la mayor parte de la solución de lavado adherente, tomando a ésta con la punta de los dedos de la mano y sacudiéndola 3 veces brevemente con fuerza. Luego estirar suavemente el gluten en lámina delgada, manteniéndolo entre los dedos, llevar a la prensa y cerrarla. Abrir a los cinco segundos, llevar la lámina del gluten a sitio seco sin deformarla. Presar nuevamente, realizando esta operación 15 veces, secando bien la superficie de vidrio después de cada prensado.

5.5.9 Pesar el gluten con aproximación al 0.1 gr.

5.6 Cálculos

5.6.1 El contenido de gluten húmedo en la harina de trigo se calcula multiplicando por 10 el peso obtenido, según 5.5.9, y se expresa en porcentaje de masa.

6. DETERMINACIÓN DEL GLUTEN SECO

6.1 Instrumental

6.1.1 Estufa con regulador de temperatura ajustado a 100 ± 5 °C;

6.2 Procedimiento

6.2.1 La bola de gluten, obtenida según 5.5.9, introducir en la estufa calentada a 100 ± 5 °C, calentarla por un tiempo de 24 horas, enfriar en desecador y pesar.

6.2.2 Repetir el calentamiento por períodos de 2 horas, enfriando y pesando, hasta que no haya disminución de la masa. Este valor corresponde al gluten seco.

6.3 Cálculos

6.3.1 El contenido de gluten seco en la harina de trigo se calcula multiplicando por 4 el peso obtenido según 6.2.2 y se expresa en porcentaje de masa (ver Anexo A).

7. ERRORES DE METODO

7.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 0.5%. Si la desviación es mayor, se realiza una tercera determinación y la media de las tres determinaciones efectuadas se debe tomar como expresión del contenido de gluten. Si la desviación encontrada entre los valores más altos y más bajos en los tres ensayos es mayor del 1%, se debe proceder a la cuarta determinación.

8. INFORME DE RESULTADOS

8.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

8.2 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

8.2.1 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

9. ANEXO A

A.1 Equivalencias del contenido de gluten en el trigo, en porcentaje de masa.

Gluten %	Equivalencia
Más de 13	Excepcional
De 10,1 – 13	Muy alto
De 8,1 – 10	Alto
De 6,1 – 8	Mediano
De 4,1 – 6	Bajo
Inferior a 4	Muy bajo

ANEXO D.4 FARINOGRAFIA

	HARINA DE TRIGO ENSAYO DE FARINOGRAFÍA	
--	---	--

El método de trabajo que se llevó a cabo fue el establecido por la casa BRABENDER fabricante del equipo y se efectuaron los siguientes pasos para obtener la curva de titulación y curva estándar de análisis.

CURVA DE TITULACIÓN

1. Es necesario hacer una revisión y limpieza previa del equipo, así como verificar las condiciones óptimas del papel y tinta del farinógrafo.

2. Se determina la humedad de las muestras de harina que van a ser analizadas farinográficamente.

3. Se llena con agua destilada la bureta de acuerdo a la capacidad del mezclador utilizado, que es de 50g.

4. Se pesa la harina de acuerdo a su contenido de humedad y se procede a verterla en el mezclador en 2 partes, luego de haber añadido la primera mitad, se pone el equipo en posición "ON"(63 rpm), se lo enciende presionando al mismo tiempo los dos botones de contacto y se permite rotar las paletas unos cuantos segundos, se levanta la tapa del mezclador con lo cual se detiene el equipo, se añade el otro 50% de harina y se arranca nuevamente el mismo para dar inicio al ensayo.

5. Transcurrido aproximadamente un minuto (durante el cual se controla la temperatura y se realiza el mezclado de la harina), con el equipo en funcionamiento, se vierte desde la bureta agua destilada (30°C) en una cantidad tal que la línea continua obtenida en el registrador y que

corresponde al desarrollo de la masa alcance una consistencia de 500 unidades farinográficas en el punto de- máximo desarrollo (el centro de la banda en el punto de máximo desarrollo debe alcanzar la consistencia de 500 U.F.).

6. La cantidad de agua añadida desde la bureta indica la absorción de la muestra de harina, en porcentaje, así por ejemplo 54% de absorción de agua significa, peso de agua consumida en porcentaje o lo que es lo mismo, 54% del peso de la harina.
7. Si hay desviaciones de las 500 unidades de consistencia, puede calcularse la absorción correcta de agua a partir de las desviaciones: 20 unidades de desviación, corresponden a 0,5% de absorción (si la consistencia es mayor de 500 U.F., se necesita más agua y viceversa). En caso de desviaciones más grandes a 20 U.F., la curva de titulación debe repetirse.
8. El operador debe permitir el funcionamiento del equipo por suficiente tiempo, hasta que se note una caída apreciable de la curva o que la consistencia sea constante, luego debe desconectarse el equipo y proceder a la limpieza completa del mezclador. Terminado el proceso de limpieza armar el equipo y ponerlo a punto para correr la curva estándar de análisis.

CURVA ESTÁNDAR.

1. Se añaden 50 g. de harina en el cabezal, si es que la humedad de la misma es del 14 % y cuando esta difiere se utiliza tablas de compensación.
2. Arrancar el farinografo-resistógrafo a 63 rpm y luego de haber corrido por un minuto (controlando la temperatura y el mezclado de la harina), verter la cantidad de agua que se determinó en la curva de titulación lo más rápidamente posible.

3. Con cuidado y utilizando una espátula de plástico incorporar a la mezcla la masa y la harina acumuladas en las paredes del mezclador, luego que se note una caída apreciable de la curva, dejar funcionar el equipo por 12 minutos adicionales y desconectarlo. El tiempo total del ensayo es generalmente de 20 minutos.

EVALUACIÓN DE LOS FARINOGRAMAS CORRESPONDIENTES A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

- **Absorción de agua.-** Es el porcentaje de agua necesario para que la curva alcance una consistencia de 500 U.F. en el punto de máximo desarrollo.
- **Tiempo de desarrollo.-** Representa el tiempo en minutos desde la iniciación de la curva hasta el punto de máxima consistencia.
- **Estabilidad.-** Es el tiempo en minutos, desde la primera intersección con la línea de 500 U.F. y la última intersección con esta línea.
- **Índice de Tolerancia al amasado.-** Es la diferencia en unidades farinográficas entre la parte superior de la curva en el punto de máxima consistencia y la parte superior de la misma a los 5 minutos de haber alcanzado dicho punto.
- **Índice valorimétrico.-** Es un número basado esencialmente en 3 parámetros: el tiempo de desarrollo de la masa, la tolerancia al amasado y la tendencia general de la curva farinográfica, que no es sino un diagrama fuerza-tiempo. Este parámetro global toma el nombre de índice valorimétrico y su determinación y lectura se hace mediante el empleo de un equipo denominado Valorímetro proporcionado por la casa BRABENDER, fabricante del equipo.

ANEXO D.5

	HARINA DE TRIGO ENSAYO DE ALMIDÓN DAÑADO	
--	---	--

(Medidor de Almidón Dañado Chopin)

Para la determinación del índice de almidón dañado en la harina durante el proceso de molienda y previo a su uso en panificación.

El almidón dañado está en función de las características del endospermo del trigo y de la acción mecánica de los rodillos de molienda.

El índice de almidón dañado es muy importante en todas las industrias de panificación. Es, de hecho, un factor de control de la absorción de agua y de la actividad de fermentación.

El SDmatic es un instrumento totalmente automático que proporciona resultados en menos de 10 minutos.

Ofrece buena correlación con todos los métodos enzimáticos estándar.

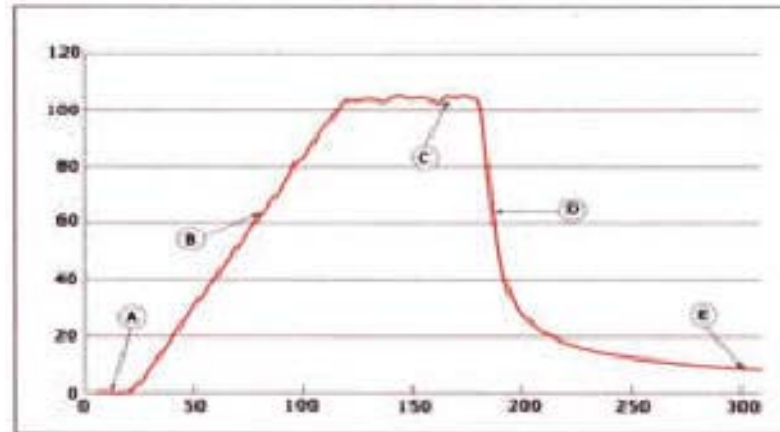
Descripción

Para medir el daño del almidón de una harina, el SDmatic utiliza el método de análisis basado en los trabajos de Medcalf y Gilles (1965).

Este método amperométrico consiste en medir la cantidad de yodo absorbido por los gránulos de almidón de una solución regulada a 35°C.

Cuanto más débil es el valor medido, mayor resulta la tasa de almidón dañado. 0 La medición del daño del almidón de una harina permite apreciar

sus capacidades en panificación con el fin de paliar los problemas que pueden acontecer durante el proceso.



A: Tiempo 0: inicio del ciclo de medición.

B: Desde que la resistencia sumergible lleva la solución a la temperatura adecuada, la sonda produce yodo electroquímicamente en función de la masa de harina introducida.

C: Esa parte de la curva permite la medida exacta de la cantidad de corriente (y por tanto de yodo) creada (valor máximo (I_m)).

D: La harina se introduce al final del tiempo "c", que es donde se fija el yodo; la corriente disminuye en función de la absorción del yodo.

E: Medición del valor residual (I_r) a los 300 segundos. Resultado Absorción del yodo, $IA = I_r / I_m$ almidón dañado

Tecnología

Su principio se basa en la adsorción de yodo por el almidón dañado de una suspensión de harina diluida. La cantidad de yodo adsorbida es medida por un método amperométrico.

La intensidad de la corriente es inversamente proporcional a la cantidad de almidón dañado.

Las lecturas se procesan en un micro-ordenador y pueden expresarse en unidades UCD (Chopin), Farrand, Audidier y AACC.

Posee una entrada/salida RS232 y memorización de los resultados.

Normativa y Estándares

Unidades Parametrizables:

AACC

AUDIDIER

FARRAND

eq. MALTOSA

Utilización

- Calibrado y medición automáticos
- Compacto y Robusto
- Fácil de limpiar: No necesita preparación de solución química.



Ventajas

Este método simplifica la medición del daño del almidón comparado con los métodos clásicos (métodos enzimáticos).

- Práctico: El ensayo se realiza con una muestra de harina que pesa alrededor de 1 gramo.
- Preciso: La cantidad de yodo se genera automáticamente en función de la masa de harina empleada.

- Exacto: El SDmatic se calibra automáticamente antes de cada ensayo.
- Seguro: La sonda genera y mide electroquímicamente la cantidad de yodo y mide también la temperatura.
- Rápido: El análisis del daño del almidón tarda menos de 10 minutos.
- Simple: El ensayo no requiere ninguna cualificación particular.
- Calibrado y medición automáticos

Características

Aparato

- Alimentación: 1 toma de 90-240VAC, 50-60Hz monofásica
- Potencia: 170 W
- Dimensiones: 370 x 250 x 390 mm (Ancho x Alto x Prof.)
- Peso neto: 6 Kg
- Idiomas: 7
- Salidas: para impresora y para ordenador

Materiales suministrados

- 2 cubetas de reacción

**ANEXO D.6
PANIFICACIÓN**

Norma Ecuatoriana	HARINA DE TRIGO ENSAYO DE PANIFICACIÓN	INEN 530 1980 - 12
------------------------------	---	-------------------------------

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los métodos para determinar las características de panificación de la harina de trigo.

2. ALCANCE

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

3. TERMINOLOGÍA

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 valor 100 corresponde a la calidad óptima.

3.2 Rendimiento en el pan.- Es el peso del pan en gramos, correspondiente a 100gr de harina, obtenido por pesada efectuada una hora después de la salida del pan del horno.

3.3 Volumen del pan.- Es el volumen desalojado por el pan expresado en cm³. Se relaciona con la panificación de 100g de harina

3.4 Textura de la miga.- Es el grado de elasticidad o blancura 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.

3.5 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 compuesta por celdas pequeñas de tamaño uniforme, de forma oval y de paredes delgadas

3.6 Apariencia.- Aspecto exterior del pan

3.7 Color.- Característica peculiar del pan producida por la luz reflejada sobre éste y que impresiona a la vista

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

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

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 Espátula

4.1.11 Probeta de 1000cm^3

4.2 Reactivos

- 4.2.1** Harina de trigo, 500g
- 4.2.2** Levadura prensada, 15g
- 4.2.3** Sal, 10g
- 4.2.4** Azúcar, 15g
- 4.2.5** Grasa, 10g
- 4.2.6** Agua potable

4.3 Procedimiento

- 4.3.1** Colocar los 500g 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 100cm³ de agua.
- 4.3.3** En un recipiente aparte disolver la sal en 100cm³ de agua
- 4.3.4** Calentar separadamente la mezcla y la solución salina.
- 4.3.5** Para disolver los ingredientes hasta una temperatura de $28 \pm 5^{\circ}\text{C}$ agregar a la harina primeramente la mezcla y luego la solución.
- 4.3.6** Añadir poco a poco, el agua necesaria para alcanzar una masa de consistencia adecuada. Debe anotarse la cantidad total de agua utilizada incluyendo las empleadas anteriormente.
- 4.3.7** En condiciones asépticas, amasar a mano la masa formada, hasta alcanzar una masa de característica satisfactoria. Esta operación no debe durar menos de seis minutos. Dos minutos antes de terminar el amasado agregado a los 10g de grasa.

- 4.3.8** La temperatura de agua, ingredientes y recipientes debe ser tal que la temperatura final de la masa sea de $28 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 4.3.9** 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.
- 4.3.10** Amasar nuevamente a mano por un tiempo de 2 minutos y nuevamente redondear la masa, colocar en un recipiente y dejar por un tiempo de 25 minutos, en condiciones iguales a las anteriores.
- 4.3.11** 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 -1cm). 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 4.3.9 y dejar fermentar durante un tiempo de 60 minutos.
- 4.3.12** 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 Cálculos

- 4.4.1 Peso.** Después de una hora de retirado el pan del horno, 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 nado u 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 probera, siendo éste el volumen del pan.

- 4.4.3** 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 100cm^3 , 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 determina las características del pan, al que se le asignan los valores indicados a continuación:

4.5.1 Color de la Corteza

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

4.5.2 Apariencia y simetría

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

4.5.3 Sabor

Muy agradable	10 puntos
Agradable	5 puntos
Desagradable	5 puntos

4.5.4 Color de la miga

Blanco	10 puntos
Crema	5 puntos
Gris	0 puntos

4.5.5 Textura de la miga

Muy bueno	30 puntos
Bueno	20 puntos
Regular	10 puntos
Malo	0 puntos

4.5.6 Grano de la miga. De acuerdo con los tamaños, la forma y la distribución de los poros o estructuras de las celdillas de gas, será:

Bueno	20 puntos
Regular	10 puntos
Malo	0 puntos

4.5.7 Un pan ideal reúne un puntaje máximo de 100 puntos.

4.5.8 Deben promediarse los valores de calificación de los cinco panes obtenidos en cada ensayo. Las calificaciones promedios de dos ensayos no deberán diferir en más de 1 punto.

4.5.9 El puntaje de aceptación debe alcanzar un mínimo de 50 puntos.

5. METODO DE REFERENCIA

5.1 Instrumental

- 5.1.1 Farinógrafo Brabender.
- 5.1.2 Mezclador planetario.
- 5.1.3 Termómetro para masa, con escala de 15 a 40°C.
- 5.1.4 Termómetro para el horno, con escala de 100 a 260°C.
- 5.1.5 Recipientes de aluminio para las masa de 100 a 260°C.
- 5.1.6 Recipientes de aluminio para las masas en fermentación.
- 5.1.7 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%.
- 5.1.8 Boleador.
- 5.1.9 Moldeador mono universal o si equivalente.
- 5.1.10 Moldes para panificación, con las dimensiones siguientes: base de 6cm por 12,5cm; parte superior 7,5cm por 14cm y una altura aproximada de 6cm.
- 5.1.11 Horno rotatorio de laboratorio, capaz de maneter una temperatura de $210\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 5.1.12 Medidior de volumen de panes, por desplazamiento de semillas, (Panvolumenómetro).
- 5.1.13 Vitrina para almacenar panes, una vez pesados y medidos.
- 5.1.14 Cucharones, espátula, buretas, vasos de precipitación.
- 5.1.15 Balanza, sensibl al 0,1g.

5.2 Reactivos

- 5.2.1 Levadura. Disolver 12g de levadura en agua corriente y completar a 100cm^3 . Esta solución debe prepararse antes de utilizarla.
- 5.2.2 Grasa 2g.
- 5.2.3 Harina de trigo en sustancia seca.
- 5.2.4 Solución de azúcar y sal. Disolver 12g de azúcar y 8g de sal en agua y completar a 100cm^3 .

5.3 Procedimiento

- 5.3.1** La harina de trigo se panifica dos veces en días diferentes, siguiendo el procedimiento siguiente:
- 5.3.2** Pesar 43g de harina seca, 1,5g de levadura, 1g 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.
- 5.3.3** 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.
- 5.3.4** Por otra parte, colocar en el mezclador una cantidad de harina correspondiente a 86g en sustancia seca, agregar 25cm³ de la suspensión de levadura (ver 5.2.1), 25cm³ de la solución de azúcar-sal y agua de acuerdo a lo determinado en 5.3.2. Mezclar a velocidad baja durante 10 minutos. Un minuto y medio antes de terminar la mezcla, agregar 2g de manteca.
- 5.3.5** 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.

5.3.6 Pasar la masa por el moldeador, usando como cilindros, dos veces: la primera con una abertura de 0,793cm y la segunda con una de 0,476cm. Dividir la masa en porciones correspondientes a 86g de harina en sustancia seca. Pasar por el moldeador, que debe graduarse de acuerdo con la cantidad de masa que se va a moldear, y colocar en el molde con la unión hacia abajo. Colocar el molde en la cámara de reposo a $30 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa superior a 75%.

5.3.7 Dejar fermentar la masa en el molde durante una hora.

5.3.8 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 Peso y volumen. Después de una hora de retirado el pan del horno, se pesa y se determina el volumen como se anotó en 4.4.2.

5.4.2 Deben promediarse los resultados de los ensayos de panificación. Si los volúmenes de los ensayos difieren en más de 100cm^3 , debe realizarse un tercer ensayo.

5.4.3 Características externas e internas. Serán determinadas de acuerdo al numeral 4.5 de esta norma.

6. ERRORES DE METODO

- 6.1** Para el método manual. La diferencia entre los resultados de la calificación efectuada en 5 panes no deben 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 difieren más de 100cm³, 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 la información 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 puede haber influido sobre el resultado.
- 7.3** Debe incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

ANEXO D.7
HOJA DE CATACIÓN

Nombre:.....**Fecha:**.....

Producto: PAN

Por favor, califique cada una de las muestras por su aceptabilidad en base a la escala estructurada

	Puntaje	Escala	M1	M2
Color de la Corteza	15	Dorado		
	10	Pálido		
	5	Muy pálido		
	0	Oscuro		
Apariencia y Simetría	15	Muy bueno		
	10	Bueno		
	5	Regular		
	0	Malo		
Sabor	10	Muy Agradable		
	5	Agradable		
	0	Desagradable		
Color de la Miga	10	Blanco		
	5	Crema		
	0	Gris		
Textura de la miga	30	Muy buena		
	20	Buena		
	10	Regular		
	0	Mala		
Grano de la miga	20	Bueno		
	10	Regular		
	0	Malo		

MUCHAS GRACIAS

ANEXO E

FOTOGRAFÍAS

ANEXO E.1: FOTOGRAFÍAS DE LA ELABORACIÓN DEL PAN

Elaboración del Pan de Molde Testigo



Pesado de materiales



Amasado Mecánico



Primera Fermentación



Segunda Fermentación



Moldeado



Leudado



Resultado: Pan Testigo

Elaboración del Pan de Molde de Prueba



Pesado de materiales



Amasado Mecánico



Primera Fermentación



Segunda Fermentación



Moldeado



Leudado



Resultado: Pan de Prueba

**ANEXO E.2: FOTOS DE LOS RESULTADOS Y COMPARACIÓN
CUALITATIVA DE LOS PANES:**

TESTIGO (MUESTRA 1) VS PRUEBA (MUESTRA 2)

