



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



Tema:

“ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE LA ENZIMA ALFA AMILASA EN UN PAN TIPO MUFFIN, ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE HARINA DE TRIGO”

Trabajo de Investigación, Graduación, Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI). Presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autor: Hipatia Romelia Ronquillo Gutiérrez.

Tutor: Ing. Eduardo Caicedo M.

AMBATO – ECUADOR

2012

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

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

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

Ambato, Septiembre de 2012

Para constancia firman:

**Ing. Romel Rivera
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Guillermo Poveda
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Alex Valencia
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor de trabajo estructurado de manera independiente (TEMI) sobre el tema: “Estudio del efecto de la adición de la enzima alfa amilasa en un pan tipo muffin, elaborado con diferentes tipos de harina de trigo”, desarrollado por la Señorita Hipatia Romelia Ronquillo Gutiérrez, alumna de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Considero que el mencionado trabajo de investigación reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador que el H. Consejo designe.

Ambato, Septiembre de 2012

TUTOR

.....

Ing. Eduardo Caicedo M.
PROFESOR DE LA FCIAL

DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Hipatia Romelia Ronquillo Gutiérrez declaro que:

El presente trabajo de investigación: “Estudio del efecto de la adición de la enzima alfa amilasa en un pan tipo muffin, elaborado con diferentes tipos de harina de trigo”, es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido y efectos académicos que se desprendan del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Septiembre de 2012

.....

Hipatia Ronquillo G.

CI: 180448891-2

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado al pilar fundamental, a Dios, por ser mi guía, en el transcurso de mi vida terrenal, proporcionándome fuerza y fortaleza en mis triunfos y fracasos. A la Virgen María que con su ayuda divina y protección, supo orientarme por el camino del bien.

A mi madre, Lucinda, que con su apoyo, comprensión y amor supo darme lo más valioso LA VIDA, junto a ello la oportunidad de demostrar mis destrezas y habilidades para poder cumplir una meta más en la vida.

A mis queridos hermanos: Edmundo, Francisco, Marlene, Elizabeth, Edgar y Carmita, depositaron su confianza y amor; siempre me alentaban a seguir adelante y no mirar atrás, “Un resbalón no es caída, al contrario es una fortaleza para empezar de nuevo con más fuerza y valentía”.

A mis queridos sobrinos, con sus risas iluminan mis días, siendo el motivo principal para seguirme superando día a día.

A mis queridos amigos/as quienes son mi fortaleza para no derrumbarme con su apoyo, cariño y comprensión, me enseñaron que la palabra “fracaso” no existe, más bien es una oportunidad de luchar en busca de nuestros sueños.

A todas las personas que encontré en el camino de la realización del proyecto quienes me brindaron su apoyo, cariño, depositando su confianza para poder culminarlo.

P@ty

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Papito Dios, por ser mi inspiración permitiéndome mantener la Fe, la Esperanza, un nuevo día es una oportunidad para cumplir las metas y seguir luchando hasta alcanzarlas. A ti celestial princesa Virgen Sagrada María, por ser la vela que nunca se apaga en mi alma, en mi vida y en mi corazón, brindándome su amparo y protección.

Al ser más maravilloso del mundo, Lucinda, por ser padre y madre, brindándome sus alas en los momentos de decline y cansancio, orientándome a vivir el presente y el futuro. A las personas que ocupan un lugar muy especial en mi corazón, Mis Hermanos, por brindarme siempre la mano cuando más la necesite, siempre hay un mañana mejor.

A la Universidad Técnica de Ambato y por medio de ella a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por brindarme sus puertas para adquirir los conocimientos y poder superarme día a día, con el apoyo incondicional de los profesores a quienes les debo gran parte mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza. A la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA) por permitirme realizar la fase experimental, de manera especial a los Ingenieros Mónica Silva y Mario Álvarez quienes me brindaron su amistad, compañerismo, depositando su confianza para la realización de este proyecto.

Al Ing. Eduardo Caicedo M., por la ayuda brindada y por los conocimientos transmitidos durante el desarrollo del proyecto.

A mis amigos con quienes compartí la mayor parte de mi vida universitaria. A Roberto, por brindarme su apoyo incondicional en la realización de este proyecto, animándome con palabras de aliento para no sentirme derrotada.

P@ty

ÍNDICE GENERAL

Aprobación del tribunal de grado	i
Aprobación del tutor	ii
Declaración de autenticidad y responsabilidad	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice general	vi
Índice de cuadros	xi
Índice de resultados experimentales	xi
Índice de gráficos	xviii
Índice de fotografías	xxi
Índice de normas INEN	xxi
Resumen ejecutivo	xxii
Introducción	1

CAPÍTULO I

1. Problema de investigación	3
1.1 Tema de la investigación	3
1.2 Planteamiento del problema	3
1.2.1 Contextualización	3
1.2.1.1 Macro	3
1.2.1.2 Meso	7
1.2.1.3 Micro	11
1.2.2 Análisis crítico	14
1.2.3 Prognosis	16
1.2.4 Formulación del problema	16
1.2.5 Preguntas directrices	16
1.2.6 Delimitación del objeto en investigación	17

1.3	Justificación.....	18
1.4	Objetivos.....	19
1.4.1	Objetivo general.....	19
1.4.2	Objetivos específicos.....	20

CAPITULO II

2.	Marco teórico.....	21
2.1	Antecedentes investigativos.....	21
2.2	Fundamentación filosófica.....	24
2.3	Fundamentación tecnológica.....	24
2.4	Fundamentación legal.....	26
2.5	Categorías fundamentales.....	27
	2.5.1 Constelación de ideas variable independiente.....	28
	2.5.2 Constelación de ideas variable independiente.....	29
2.5.1	Marco conceptual de la variable independiente.....	30
2.5.1.1	Mezcla.....	30
2.5.1.2	Ingredientes.....	30
2.5.1.2.1	Trigo.....	30
2.5.1.2.2	Harina de trigo.....	33
2.5.1.2.3	Almidón.....	35
2.5.1.2.4	Sal.....	37
2.5.1.2.5	Azúcar.....	37
2.5.1.2.6	Leche.....	38
2.5.1.2.7	Huevos.....	38
2.5.1.2.8	Leudantes químicos.....	39
2.5.1.2.9	Materias grasas.....	39
2.5.1.3	Enzimas.....	39
2.5.1.3.1	Alfa amilasas.....	41

2.5.1.4	Concentración.....	42
2.5.1.5	Tecnología de Cereales.....	42
	2.5.1.5.1 Innovación.....	42
2.5.1.6	Muffin.....	43
2.5.1.7	Alimento digerible.....	43
2.5.1.8	Digestibilidad.....	43
2.5.1.9	Acogida por el consumidor.....	43
2.5.2	Marco conceptual de la variable dependiente.....	44
2.5.2.1	Muffin.....	44
2.5.2.2	Evaluación sensorial.....	44
2.5.2.3	Análisis físico – químicos.....	46
2.5.2.4	Calidad del pan tipo muffin.....	46
2.5.2.5	Análisis físicos.....	47
	2.5.2.5.1 Características reológicas.....	47
	2.5.2.5.1.1 Equipo Mixolab System Chopin.....	48
	2.5.2.5.2 Evaluación de la textura.....	51
	2.5.2.5.2.1 Texturometro.....	52
2.5.2.6	Análisis microbiológico.....	53
	2.5.2.6.1 Recuento total.....	54
	2.5.2.6.2 Mohos y levaduras.....	54
	2.5.2.6.3 Staphylococcus aureus.....	54
2.5.2.7	Vida Útil.....	55
	2.5.2.7.1 Modelo matemático.....	56
2.5.3	Formulación del pan tipo muffin.....	57
2.5.4	Diagrama de flujo.....	58
2.5.5	Diagrama de proceso.....	59
2.6	Hipótesis.....	60
2.7	Señalamiento de variables.....	60

CAPÍTULO III

3. Metodología.....	61
3.1 Enfoque.....	61
3.2 Modalidad básica de la investigación.....	61
3.3 Nivel o tipo de investigación.....	62
3.4 Población y muestra.....	63
3.4.1 Población.....	63
3.4.2 Muestra.....	63
3.4.3 Diseño experimental.....	63
3.5 Operacionalización de variables.....	67
3.5.1 Variable independiente.....	67
3.5.2 Variable dependiente.....	68
3.6 Recolección de información.....	69
3.7 Plan de procesamiento de información.....	69

CAPÍTULO IV

4. Análisis e interpretación de los resultados.....	70
4.1 Análisis Mixolab Stándar Chopin.....	71
4.2 Análisis físico – químicos.....	73
4.2.1 Determinación de pH.....	73
4.2.2 Determinación de acidez.....	74
4.2.3 Determinación de humedad.....	74
4.2.4 Determinación de textura (texturometro).....	75
4.2.4.1 Dureza.....	75
4.2.4.2 Presión.....	76
4.3 Análisis sensorial.....	76
4.4 Análisis microbiológico.....	78
4.5 Análisis de vida útil.....	80
4.6 Análisis de digestibilidad y costo del producto.....	81
4.7 Verificación de hipótesis.....	82

CAPITULO V

5. Conclusiones y recomendaciones.....	83
5.1 Conclusiones.....	83
5.2 Recomendaciones.....	85

CAPITULO VI

6. Propuesta.....	86
6.1 Datos informativos.....	86
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	87
6.3 Justificación.....	88
6.4 Objetivos.....	89
6.5 Análisis de factibilidad.....	89
6.6 Fundamentación.....	90
6.7 Metodología.....	97
6.8 Administración.....	99
6.9 Previsión de la evaluación.....	99

MATERIALES DE REFERENCIA

Bibliografía.....	100
Web grafía.....	104

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1:Producción de Trigo en América Latina.....	4
Cuadro 2:Composición de los tipos de harina de trigo.....	5
Cuadro 3: Consumo de harina de trigo.....	6
Cuadro 4: Número de (UPAs) y rendimiento del cultivo de Trigo por provincia y cantón.....	9
Cuadro 5: Producción de Trigo de la Región Sierra.....	12
Cuadro 6: Composición química del grano de trigo.....	31

Cuadro 7: Características de calidad del trigo nacional.....	32
Cuadro 8: Composición medida de harinas panificables.....	34
Cuadro 9: Porcentaje de los ingredientes del Muffin.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción en la provincia de Tungurahua.....	11
Figura 2: Produccion anual en la provincia de Tungurahua.....	12
Figura 3: Curva tipo del Mixolab Standard.....	48
Figura 4: Curva tipo del Mixolab Profiler.....	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Árbol de problemas.....	14
Gráfico 2: Red de Inclusión Interrelacionado.....	27
Gráfico 3: Subcategorías de la Variable Independiente.....	28
Gráfico 4: Subcategorías de la Variable Dependiente.....	29

RESULTADOS EXPERIMENTALES DEL ANÁLISIS (ANEXO A)

Tabla A–1: Simbología y detalle del diseño experimental.....	110
Tabla A–2: Tabla resumen de los análisis físico – químicos del mejor tratamiento.....	111
Tabla A–3: Tabla resumen del Comportamiento reológico de la masa analizado en el Mixolab del tratamiento.....	111
Tabla A – 4: Verificación de la hipótesis.....	112

Anexo A – 2: ANÁLISIS MIXOLAB

Tabla A–2.1: Índices del Mixolab de los diferentes tipos de harina de trigo (comportamiento de la masa).....	114
Tabla A–2.2: Índices del Mixolab en los diferentes tratamientos (tipos de harina de trigo + enzima alfa amilasa).....	115

Anexo A – 3: ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS

Tabla A–3.1: pH de los muffins elaborados con diferentes clases de harina de trigo.....	116
Tabla A–3.2: pH de los diferentes tratamientos.....	116
Tabla A–3.3: Acidez de los muffin elaborados con los diferentes tipos de harina.....	117
Tabla A–3.4: Acidez expresado porcentaje de ácido láctico.....	117
Tabla A–3.5: Humedad de los muffin elaborados con los diferentes tipos de harina.....	118
Tabla A–3.6: Humedad de los diferentes tratamientos.....	118

Anexo A – 4: ANÁLISIS DE TEXTURA (TEXTURE ANALYZER PRO CT3)

Tabla A–4.1: Dureza expresado en g fuerza (\vec{g}) en muffin en diferentes harinas.....	119
Tabla A–4.2: Dureza (Máxima fuerza requerida para comprimir un alimento entre las muelas) en muffin g fuerza (\vec{g}) elaborado con las harinas provenientes de los diferentes tratamientos.....	119
Tabla A–4.3: Presión (fuerza que se requiere para romper un alimento) expresado en Dyn/cm ² delos muffin elaborados con los diferentes tipos de harina.....	120
Tabla A–4.4: Presión en muffin expresado en (Dy/cm ²) de los diferentes tratamientos.....	120

ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO (COLOR, OLOR, SABOR, TEXTURA Y ACEPTABILIDAD) (ANEXO B)

Tabla B–1.1: CARACTERÍSTICA COLOR.....	122
Tabla B–1.2: CARACTERÍSTICA OLOR.....	123
Tabla B–1.3: CARACTERÍSTICA SABOR.....	124
Tabla B–1.4: CARACTERISTICA TEXTURA.....	125

Tabla B-1.5: CARACTERISTICA ACEPTABILIDAD.....	126
--	-----

Anexo B – 2: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL MEJOR TRATAMIENTO DEL PAN TIPO MUFFIN.

Tabla B-2.1: CARACTERISTICA COLOR.....	127
Tabla B-2.2: CARACTERISTICA OLOR.....	128
Tabla B-2.3: CARACTERISTICA SABOR.....	129
Tabla B-2.4: CARACTERISTICA TEXTURA.....	130
Tabla B-2.5: CARACTERISTICA ACEPTABILIDAD.....	131

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO (ANEXO C)

Tabla C-1.1: Cambios del contenido de microorganismos mesófilos durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente en el pan tipo muffin proveniente del mejor tratamiento (a1b0).....	133
Tabla C-1.2: Cambios del contenido de microorganismos mesófilos (Mohos y levaduras) durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente del pan tipo muffin proveniente del mejor tratamiento (a1b0).....	134
Tabla C-1.3: Cambios del contenido de microorganismos mesófilos (Staphylococcus aureus) durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente en el pan tipo muffin proveniente del mejor tratamiento (a1b0).....	135

ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE TUKEY (ANEXO D)

ANEXO D – 1.1: ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA

Tabla D-1.1.1: Análisis de varianza del índice de absorción de agua de los datos obtenidos en la experimentación.....	137
Tabla D-1.1.2: Prueba de comparación múltiple Tukey índice de absorción de agua con el tipo de harina.....	137

ANEXO D – 1.2: ÍNDICE DE AMASADO

Tabla D–1.2.1: Análisis de varianza índice de amasado de los datos obtenidos en la experimentación.....	138
Tabla D–1.2.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice de amasado con el tipo de harina.....	138

ANEXO D – 1.3: ÍNDICE DE GLUTEN +

Tabla D–1.3.1: Análisis de varianza del índice de gluten+ de los datos obtenidos en la experimentación.....	139
Tabla D–1.3.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice de gluten+ con el tipo de harina.....	139

ANEXO D – 1.4: ÍNDICE DE VISCOSIDAD

Tabla D–1.4.1: Análisis de varianza del índice de viscosidad de los datos obtenidos en la experimentación.....	140
Tabla D–1.4.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice de viscosidad para el tipo de harina.....	140

ANEXO D – 1.5: ÍNDICE AMILÁSICO

Tabla D–1.5.1: Análisis de varianza del índice amilásico de los datos obtenidos en la experimentación.....	141
Tabla D–1.5.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice amilásico para el tipo de harina.....	141
Tabla D–16.5.3: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice amilásico para la concentración de enzima a empleada.....	142

ANEXO D – 1.6: ÍNDICE DE RETROGRADACION

Tabla D–1.6.1: Análisis de varianza del índice de retrogradación de los datos obtenidos en la experimentación.....	142
Tabla D–1.6.2: Prueba de comparación múltiple Tukey del índice de retrogradación para el tipo de harina.....	143

ANEXO D – 2: ANÁLISIS FICIO QUIMICOS (pH)

Tabla D–2.2: Análisis de varianza de pH de los diferentes tratamientos de muffin	143
Tabla D–2.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de pH de muffin con el tipo de Harina	144
Tabla D–2.3: Prueba de comparación múltiple Tukey de pH de muffin y concentración de enzima alfa amilasa empleada	144

ANEXO D – 3: ANÁLISIS ACIDEZ

Tabla D–3.1: Análisis de varianza de acidez de los muffin	145
Tabla D–3.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de acidez de los muffin con el tipo de harina empleada en su elaboración	145
Tabla D–3.3: Prueba de comparación múltiple Tukey de acidez de los muffin y la concentración de enzima	146

ANEXO D – 4: HUMEDAD

Tabla D–4.1: Análisis de varianza Humedad de los muffins elaborados con diferente concentración de enzima alfa amilasa y diferentes tipos de harina de trigo	146
Tabla D–4.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de Humedad de los muffin con el tipo de harina de trigo	147
Tabla D–4.3: Prueba de comparación múltiple Tukey de Humedad de los muffin con la concentración de enzima	147

ANEXO D – 5: DUREZA (gr fuerza)

TablaD–5.1: Análisis de varianza de dureza (gr) muffin	148
Tabla D–5.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de dureza de los muffin elaborados con el tipo de harina	148
Tabla D–5.3: Prueba de comparación múltiple Tukey de dureza de muffin elaborados y concentración de enzima empleada	149

ANEXO D – 6: PICO DE PRESIÓN

Tabla D–6.1: Análisis de varianza de presión de los datos obtenidos en la experimentación	149
---	-----

Tabla D–6.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos de presión para el tipo de harina.....150

Tabla D–6.3: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos de presión para la concentración de enzima.....150

ANEXO D – 7: ANÁLISIS SENSORIAL (12 TRATAMIENTOS) DISEÑO DE BLOQUES INCOMPLETOS

ANEXO D – 7.1: CARACTERÍSTICA COLOR

Tabla D–7.1.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al color de los muffin.....151

ANEXO D – 7.2: CARACTERÍSTICA OLOR

Tabla D–7.2.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al olor de muffins.....152

Tabla D–7.2.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de calificación de los catadores con respecto al olor.....152

ANEXO D – 7.3: CARACTERÍSTICA SABOR

Tabla D–7.3.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al sabor de muffins.....153

ANEXO D – 7.4: CARACTERÍSTICA TEXTURA

Tabla D–7.4.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto a la textura del muffins.....154

ANEXO D – 7.5: CARACTERÍSTICA ACEPTABILIDAD

Tabla D–7.5.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto a la aceptabilidad del muffins.....155

Tabla D–7.5.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de calificación de los catadores con respecto aceptabilidad del muffin.....155

ANEXO D – 8: ANÁLISIS SENSORIAL (3 TRATAMIENTOS)

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS

CARACTERÍSTICA COLOR

Tabla D–8.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al color del muffin.....	156
--	-----

CARACTERÍSTICA OLOR

Tabla D–8.2: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al olor del muffin.....	157
---	-----

CARACTERÍSTICA SABOR

Tabla D–8.3: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al sabor del muffin.....	157
--	-----

CARACTERÍSTICA TEXTURA

Tabla D–8.4: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto a la textura del pan tipo muffin.....	158
---	-----

Tabla D–8.4.1: Prueba de comparación múltiple Tukey en la característica textura.....	158
---	-----

CARACTERÍSTICA ACEPTABILIDAD

Tabla D–8.5: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto a la aceptabilidad del pan tipo muffin.....	159
---	-----

Tabla D–8.5.1: Prueba de comparación múltiple Tukey en la característica aceptabilidad.....	159
---	-----

ÍNDICE DE GRÁFICOS (ANEXO E)

ANEXO E – 1 MIXOLAB

Gráfico E–1.1: Comportamiento reológico de la masa en harina de trigo nacional.....	166
---	-----

Gráfico E–1.2: Comportamiento reológico de la masa en harina de trigo nacional réplica 2.....	167
---	-----

Gráfico E–1.3: Comportamiento reológico de la masa en harina de trigo importado.....	168
--	-----

Gráfico E–1.4: Comportamiento reológico de la masa en harina de trigo importado réplica 2.....	169
Gráfico E–1.5: Comportamiento reológico de la masa en harina pastelera Santa Lucia.....	170
Gráfico E–1.6: Comportamiento reológico de la masa en harina pastelera réplica 2.....	171
Gráfico E–1.7: Comportamiento reológico de la masa del mejor tratamiento a1b0 (Harina Trigo Importado + 70 ppm enzima alfa amilasa).....	172
Gráfico E–1.8: Comportamiento reológico de la masa del mejor tratamiento a1b0 (Harina Trigo Importado + 70 ppm enzima alfa amilasa), R 2.....	173

ANEXO E – 2: ANÁLISIS TEXTURA.

Gráfico E–2.1. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina de trigo nacional.....	174
Gráfico E–2.2. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina de trigo nacional replica 2.....	174
Gráfico E–2.3. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina de trigo importado.....	175
Gráfico E–2.4. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina de trigo importado replica 2.....	175
Gráfico E–2.5. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina pastelera Santa Lucia.....	176
Gráfico E–2.6. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina pastelera replica 2.....	176
Gráfico E–2.7.Resultados del análisis de Textura en el Mejor Tratamiento a1b0 (Harina Trigo Importado + 70 ppm enzima Alfa Amilasa).....	177
Gráfico E–2.8.Resultados del análisis de Textura en el Mejor Tratamiento a1b0 (Harina Trigo Importado + 70 ppm enzima Alfa Amilasa), R 2.....	177

ANEXO E – 3: GRÁFICOS DE LA TEXTURA.

Gráfico E–3.1: Picos de carga del pan tipo muffin elaborado con harina de trigo importado.....	178
Gráfico E–3.2: Picos de carga del pan tipo muffin elaborado con harina de trigo nacional.....	178

Gráfico E–3.3: Picos de carga del pan tipo muffin elaborado con harina de trigo pastelera (Santa Lucia).....	179
Gráfico E–3.4: Picos de carga del pan tipo muffin a1b0 (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa).....	179

ANEXO E – 4: ANÁLISIS SENSORIAL.

Anexo E–4: Análisis sensorial del pan tipo muffin elaborado con harina de trigo nacional e importado, empleando concentraciones de enzima alfa amilasa 70 y 100 ppm; comparándolo con un pan tipo muffin comercial (INACAKE INALECSA).....	180
Gráfico E–4.1. Calificación de los catadores con respecto al color del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1bo), (a0b3) y comparado con muffin comercial (INACAKE INALECSA)	180
Gráfico E–4.2. Calificación de los catadores con respecto al olor del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1bo), (a0b3) y comparado con muffin comercial (INACAKE INALECSA).....	181
Gráfico E 4.3. Calificación de los catadores con respecto al sabor del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1bo), (a0b3) y comparado con muffin comercial (INACAKE INALECSA)	181
Gráfico E–4.4. Calificación de los catadores con respecto a la textura del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1bo), (a0b3) y comparado con muffin comercial (INACAKE INALECSA)	182
Gráfico E–4.5. Calificación de los catadores con respecto a la aceptabilidad del pan tipo muffin en los tratamientos (a1bo), (a0b3) y comparado con muffin comercial (INACAKE INALECSA).....	182

CALCULO DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PAN TIPO MUFFIN (MEJOR TRATAMIENTO) (ANEXO F)

ANEXO F – 1. CALCULO DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Tabla F–1.1: Tiempo de vida útil del pan tipo muffin basado en los microorganismos más críticos de este producto Mohos y levaduras (Ufc/gr. Muestra).....	184
---	-----

Gráfico F–1.1.Comportamiento del crecimiento microbiano mohos y levaduras del pan tipo muffin almacenado a temperatura ambiente del mejor tratamiento.....	185
--	-----

ANÁLISIS DE COSTO DEL PRODUCTO ELABORADO (ANEXO G)

Tabla G–1.1: Materiales Directos e Indirectos.....	187
Tabla G–1.2: Equipos y Utensilios.....	188
Tabla G–1.3: Suministros.....	188
Tabla G–1.4: Personal.....	189
Tabla G–1.5: Costo de Producción.....	189

FOTOGRAFÍAS DE LA EXPERIMENTACIÓN (ANEXO H)

Anexo H–1. Equipos empleados en la experimentación.....	191
Anexo H–2. Análisis Sensorial.....	193
Anexo H–3. Análisis microbiológico.....	195
Anexo H–4. Diagrama de proceso de elaboración.....	196

NORMAS (ANEXO I)

Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos.....	198
Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería RM N° 1020-2010/MINSA.....	205
Recuento total de microorganismos NTE INEN 1529-5:06 Voluntaria AL 01.05-303.....	214
Recuento de mohos y levaduras NTE INEN 1529-10:98 Voluntaria AL 01.05-308.....	215
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> NTE INEN 1529-10:98 Voluntaria AL 01.05-312.....	216

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TEMA: “ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE LA ENZIMA ALFA AMILASA EN UN PAN TIPO MUFFIN, ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE HARINA DE TRIGO”.

Autor: Hipatia Ronquillo G.

Tutor: Ing. Eduardo Caicedo M.

RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio proporciona información del uso de mejoradores, que permite mejorar la calidad de la harina de trigo importado y nacional, beneficiándose el sector dedicado a la panificación, optimizando las características panarias de la masa así como las características organolépticas del producto final. Se utilizó enzimas de tipo α -Amilasas que degradan el almidón (azúcares complejos en azúcares simples), haciendo que el producto sea más digerible por el organismo humano, al obtener productos de mayor volumen y finura, más ligeros, conforme demanda el consumidor enfocándose a los niños y a los ancianos. Por lo que es de suma importancia estudiar el efecto de diferentes concentraciones de enzima alfa amilasa, en diferentes tipos de harina de trigo. Se efectuaron análisis en el Mixolab para caracterizar el comportamiento reológico de las masas, determinándose que el mejor tratamiento es a_1b_0 (harina de trigo importado + 70ppm de enzima alfa amilasa) de acuerdo al diseño estadístico A*B a un nivel de significancia de 0.05, presentando características reológicas similares a la harina de trigo importado y adecuadas para elaborar el pan tipo muffin, basándose principalmente en la buena estabilidad de la masa, presenta valores de 7.44 en pH; acidez expresado en ácido láctico 0.06, Dureza $305 \frac{g}{s}$ y $60933(Dy/cm^2)$ de acuerdo al análisis de textura, basándose en el test de compresión y tensión; es decir la fuerza requerida para comprimir un alimento entre las muelas y romperlo.

Posteriormente se realizó el análisis sensorial del pan tipo muffin se aplicó un diseño de bloques completos, indicando que el mejor tratamiento según la apreciación del panel de catadores es a_1b_0 (harina de trigo importado + 70ppm de enzima alfa amilasa) encontrando significancia en los atributos de aceptabilidad (gusta) y textura (suave). El tiempo de vida útil que presentó fue de 26.7 días basándose en el análisis microbiológico de mohos y levaduras. La adición de enzimas no genera distorsión en los costos de fabricación y consecuentemente puede competir en el mercado con productos similares.

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum sativum*) es un cereal de la familia de las gramíneas. La palabra «trigo» proviene del vocablo latino *triticum*, que significa 'quebrado', 'triturado' o 'trillado', haciendo referencia a la actividad que se debe realizar para separar el grano de trigo de la cascarilla que lo recubre. El grano de trigo contiene una parte de la proteína que se llama gluten, facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, que son necesarias en la panificación.

En la industria panadera, las enzimas se han utilizado fundamentalmente para alargar la vida útil de los productos, siendo importantes debido a que se demandan cada vez mayor número de productos con menos ingredientes y con menor tiempo de procesado. Las enzimas más usadas son las α y β amilasas. Su acción consiste en transformar azúcares complejos como el almidón presente en la harina en azúcares sencillos. Además permite el crecimiento durante el horneado aumentando considerablemente el volumen del pan, la miga es más blanda y tierna.

Los "muffins" están clasificados dentro de los panes rápidos porque se preparan en un corto tiempo debido a que la acción leudante no se efectúa mediante levaduras, sino con agentes químicos y vapor, no es necesario esperar a que los productos fermenten. Además, en la mayoría de los panes rápidos conviene que el gluten se desarrolle sólo un poco, si el gluten es demasiado resistente, el producto no será suave y ligero razón por la cual, las pastas para Muffin se trabajan lo menos posible, sólo debe de lograr que se hidraten los ingredientes secos, de lo contrario éstos resultan duros, de forma irregular y se les forman agujeros grandes y alargados en el interior llamados túneles. Asimismo el alto porcentaje de grasa y azúcar, contribuye al acortamiento del gluten.

Este trabajo comprende seis capítulos de los cuales el PRIMER CAPÍTULO, consta: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, tema, planteamiento del problema, contextualización macro, meso y micro, árbol

de problemas, análisis crítico, formulación del problema, preguntas directrices de la investigación, delimitación, justificación y objetivos.

En el SEGUNDO CAPÍTULO, corresponde al MARCO TEÓRICO que comprende: antecedentes investigativos, fundamentaciones: filosófica, tecnológica y legal, categorías fundamentales, constelación de ideas conceptuales de la Variable Independiente y Variable Dependiente, hipótesis y señalamiento de las variables.

En el TERCER CAPÍTULO, se estudia la METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN que comprende el enfoque, tipo de investigación, población y diseño experimental. Operacionalización de las variables, plan de recolección de la información y plan de procesamiento.

En el CAPÍTULO CUARTO, constituye el ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS, análisis realizados en el pan tipo muffin: Comportamiento reológico de la masa (equipo Mixolab). Análisis físicos: pH, acidez y textura (Texturometro Brokfield CT3), se incluye la revisión de las hojas de cata que se realizó sobre la aceptabilidad del producto elaborado por parte del consumidor, además se realizó el cálculo del tiempo de vida útil y costo de producción, finalmente tenemos la verificación de la Hipótesis.

En el CAPÍTULO QUINTO, tenemos las CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, que son respuestas a los objetivos, general y específicos planteados en el capítulo I.

El CAPÍTULO SEXTO, se describe el SEMINARIO TALLER sobre la adición de la enzima alfa amilasa en el pan tipo muffin, dirigida a panificadores y comunidad científica.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

“Estudio del efecto de la adición de la Enzima α -Amilasa en un pan tipo muffin, elaborado con diferentes tipos de harina de trigo”.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN

MACRO

Según El Sistema Mundial de Información y Alerta Sobre la Agricultura y la Alimentación de la FAO, (2010) ⁴⁵, el consumo de trigo de cereal a Nivel de Latinoamérica, es el producto más demandado por el consumidor. La producción de trigo es de 108 millones de toneladas. Siendo América del Norte la zona de mayor producción, los países que sobresalen en esta producción son: Canadá y Estados Unidos. Podemos observar detalladamente en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1: Producción de trigo en América Latina.

Países productores	Producción (millones de toneladas)		
	2008	2009	2010
América latina y el Caribe	4	4.2	3.9
México	4	4.1	3.9
América del sur	17.8	16.9	20.8
Argentina	8.4	7.5	11.5
Brasil	5.9	5	5.7
Colombia	1.1	1.5	1.2
América del norte	96.6	87.2	83.3
Canadá	28.6	26.8	23.2
Estados Unidos	68	60.4	60.1

Fuente: Sistema Mundial de Información y Alerta Sobre la Agricultura y la Alimentación de la FAO, 2010.

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo, 2012*

Solórzano E., (2011)⁴³, dice harina, se entiende el producto obtenido de la molienda del endospermo del grano de trigo. Las harinas tipificadas comercialmente con los calificativos: cuatro ceros (0000), tres ceros (000), dos ceros (00), cero (0), medio cero (medio 0), Harinilla de primera y Harinilla segunda, corresponderán a los productos que se obtienen de la molienda gradual y metódica del endospermo en cantidad de 70-80% del grano limpio.

Cuadro N° 2: Composición de los diferentes tipos de harina de trigo.

	Humedad g/100g	Cenizas g/100g	Absorción g/100g	Volumen pan
Tipo de Harina	Máximo	Máximo		Mínimo
0000	15	0.492	56 – 62	550
000	15	0.65	57 – 63	520
00	14.7	0.678	58 – 65	500
0	14.7	0.873	60 – 67	475
½ 0	14.5	1.350	–	–

Fuente: Alimentos Argentinos – Cadena de la Harina de Trigo, 2011.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012

Según Solórzano E., (2011) ⁴³, Harina integral o Harina de Graham, se obtiene por la molienda del grano de trigo. Según el grado de la molienda se admiten y distinguen tres tipos: Gruesa, Mediana y Fina. La humedad de estas harinas no será superior a 15,5 g/100 g y las cenizas no mayor de 2,30 g/100 g.

Los datos de la Dirección de Mercados Agroalimentarios, señalan para el año 2008 una producción total de harina de trigo de 3.530.782 toneladas. Este valor difiere del que brinda la Federación Argentina de la Industria Molinera (FAIM) que es un 7,13 % inferior.

Cuadro Nº 3: Consumo de harina de trigo.

Año 2008		
Consumo harina de trigo por sector industrial	Miles Toneladas	Consumo de harina por sector /Producción de harina
Exportación*	407,00	10,70%
Pan artesanal	2.444,00	64,28%
Pan Industrial	160,80	4,23%
Galletas	239,50	6,30%
Pastas secas	274,70	7,23%
Fraccionados y otros	276,04	7,26%
Producción Total	3.802,04	100,00%
* Exportación= 23 mil ton harina de trigo+ 384 mil ton pre – mezclas de harina de trigo.		

Fuente: Dirección de Industria Alimentaria en base a datos de FAIM.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012

Yáñez C., (2000)⁴⁴, menciona en la industria panadera, las enzimas se han utilizado fundamentalmente para alargar la vida útil de los productos, siendo importantes debido a que se demandan cada vez mayor número de productos con menos ingredientes y con menor tiempo de procesado.

Calaveras J., (2004)⁷, indica las enzimas son catalizadores orgánicos, tienen la facultad de activar determinadas reacciones químicas. Presenta tres características:

1. La principal es su especificidad, es decir, cada enzima tiene una reacción particular sobre la que actúa.

2. Disminuye la energía necesaria para que se produzcan la reacción entre las moléculas y, por lo tanto, acelera la reacción.
3. La enzima no sufre transformación alguna, ya que al principio y al final del proceso permanece igual.

En América latina se encontraron estudios realizados sobre la elaboración de “muffin” según Hood,(1982)²¹, en México indica que los muffins están clasificados dentro de los panes rápidos porque se preparan en un corto tiempo debido a que la acción leudante no se efectúa mediante levaduras, sino con agentes químicos y vapor, no es necesario esperar a que los productos fermenten. Además, en la mayoría de los panes rápidos conviene que el gluten se desarrolle sólo un poco, si el gluten es demasiado resistente, el producto no será suave y ligero razón por la cual, las pastas para Muffin se trabajan lo menos posible, sólo debe de lograr que se hidraten los ingredientes secos, de lo contrario éstos resultan duros, de forma irregular y se les forman agujeros grandes y alargados en el interior llamados túneles. Asimismo el alto porcentaje de grasa y azúcar, contribuye al acortamiento del gluten.

MESO

Según Falconí, (2008)⁶². El trigo (*Triticum sativum L.*) es el cereal de mayor importancia en Ecuador. El consumo nacional de trigo supera las 450000 tn/año, resultando en un consumo per cápita superior a 35 Kg/año. Sin embargo, Ecuador importa el 98% de los requerimientos internos de trigo y tan solo el 2% (9000 tn) es producido a nivel nacional. A la limitada satisfacción de la demanda local, Ecuador registra la productividad más baja de Latinoamérica con 0.6 tn/ha, el área correspondiente al cultivo de trigo en Ecuador es de 21945 ha.

INEC. (2011)⁶³. Menciona, el trigo es uno de los cereales más demandados por las familias ecuatorianas debido a los productos finales de primera necesidad obtenidos de este. A pesar de ello, la producción nacional representa una mínima cantidad del producto comercializado al interior. Esta situación se debe a la disminución de la cantidad cosechada y comercializada en el país. Así, de 78.770 TM producidas en 1961 pasó a 8.533 TM durante el 2010. En el 2010, el precio medio del kilogramo de harina de trigo, principal derivado del trigo producido e importado al país, de USD 1,91/kg mientras que para el 2011 fue de USD 2,07/kg.

Flores A., (2001)⁴⁷, indica la producción total de trigo en Ecuador se encuentra entre las 10.000 y las 15.000 toneladas, con un rendimiento promedio que oscila entre las 2,5 y las 3 toneladas por hectárea. Este nivel de producción es insuficiente para cubrir la demanda interna, que se acerca a las 500.000 toneladas anuales. Es decir, la producción en el país sólo alcanza para cubrir entre el 2% y el 3% de los requerimientos locales.

Según Rodríguez Luis (2011)⁴⁸, director del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), actualmente solo se produce de 2,5 a 3 toneladas de trigo por hectárea. Solo existen 5000 hectáreas sembradas en la Sierra. “La reducida producción de trigo actual se emplea en la panadería doméstica o para la subsistencia”. De igual manera, el INIAP no cuenta con gran variedad de semillas, solo se han desarrollado dos: Cojitambo y Chimborazo, que han sido distribuidas entre los pequeños agricultores durante estos últimos 10 años. En consecuencia, la importación del trigo al país no podrá reducirse en los próximos años, puesto que los 25 molinos que existen necesitan anualmente más de 500 mil toneladas de trigo para su funcionamiento.

Cuadro N° 4: Número de Unidades Productivas Agrícolas de trigo (UPAs) y rendimiento del cultivo de Trigo por provincia y cantón.

Provincia	Cantón	Número de UPAs	Rendimiento (Tm/ha)
Chimborazo	Alausí	1703	0.6
	Chunchi	255	0.6
Bolívar	Guaranda	2500	1.2
	Chillanes	500	1.2
	Chimbo	1500	1.2
	San miguel	1100	1.2

Fuente: III Censo Agropecuario, 2002.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012

Harina de trigo. Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (*Triticum vulgare*, *Triticum durum*) hasta un grado de extracción directo, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado).

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616:2006.²⁷

Serrano Rafael (2011)⁴⁹, sostuvo la harina de trigo es el insumo básico de varios productos. La harina destinada al mercado interno se utilizó en un 71% para elaborar pan común (ó tipo francés), 10% para pastas secas, 6% para harina fraccionada (consumo familiar en paquetes de 1 a 5 kilos), 8% para galletitas (dulces y saladas) y 5% para panificados industriales (pan de molde, pan de Viena y pan dulce). La harina de trigo constituye entre el 55% y el 90 % de la composición de los distintos panificados. El agua puede llegar a representar el 30% del producto final y la materia grasa (de origen animal y/o vegetal) entre el 0% y el 4,5 %. La panificación requiere harinas de muy buen contenido proteico, que aseguren el proceso de fermentación y leudado de la masa.

Cauvain S. y Young L., (1998)¹¹, menciona, las enzimas más utilizadas en la industria panadera son las α y β amilasas. Su acción consiste en transformar azúcares complejos como el almidón presente en la harina en azúcares sencillos. La enzima α amilasa permite el crecimiento durante el horneado aumentando considerablemente el volumen del pan, la miga es más blanda y tierna.

Tejero F., (2001)⁴⁶, indica el uso de enzimas en la industria de panificación se debe principalmente a la deficiencia en el trigo y en la harina, de las enzimas naturalmente presentes. Las enzimas alfa amilasas se pueden obtener a partir de cereales, hongos (fúngicas) o bacterias. La amilasas de origen fúngico se produce por fermentación de una cepa de hongo *Aspergillus niger*, y es la más utilizada en la fabricación del pan, como alternativa a la harina de malta, se debe principalmente a que la alfa amilasa fúngica tiene una mayor tolerancia a la sobre dosificación que la de origen cereal. Lo que se basa en su desactivación durante la primera fase de la cocción (60 – 65 °C). El efecto principal de las amilasas sobre la masa es el aumento de la velocidad de fermentación, al entrar la masa al horno y hasta la inactivación de las enzimas, se produce una aceleración violenta de las diferentes reacciones implicadas en la fermentación, aumentando la producción de gas, evaporándose el alcohol y parte del agua de la masa. Las dextrinas no consumidas mantendrán a la miga más jugosa, pero también determinará la coloración de la corteza.

Mediante la elaboración de un pan tipo “muffin” con la adición de enzimas se pretendió dar a conocer un nuevo producto que satisfaga las necesidades del consumidor.

MICRO

MAGAP – SIGAGRO, (2011)⁶⁰. En la provincia de Tungurahua la producción del trigo ocupa el 1%. En el año 2000 producción de grano seco y limpio fue de 67 Tm. Mientras que para el año 2010 la producción disminuye a 15 Tm.

Proyecto para reactivar el cultivo de trigo, 2009. El precio mínimo de sustentación del quintal del trigo (45,36 Kg) en 18 dólares, se sujetará a parámetros de calidad: 13% de humedad, 2% de impurezas y peso hectolítrico de 74 puntos.

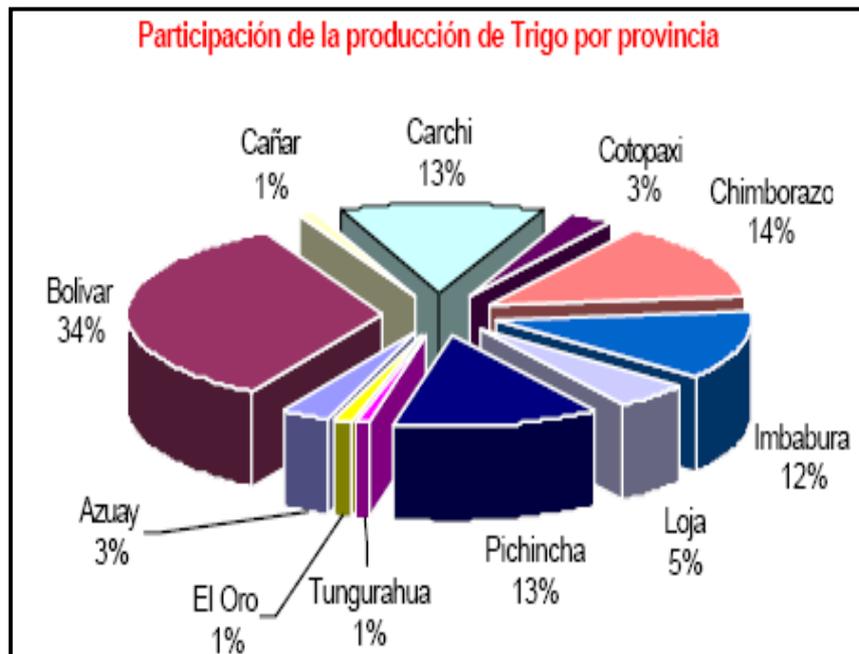


Figura 1: Participación de la producción del trigo en la provincia de Tungurahua.

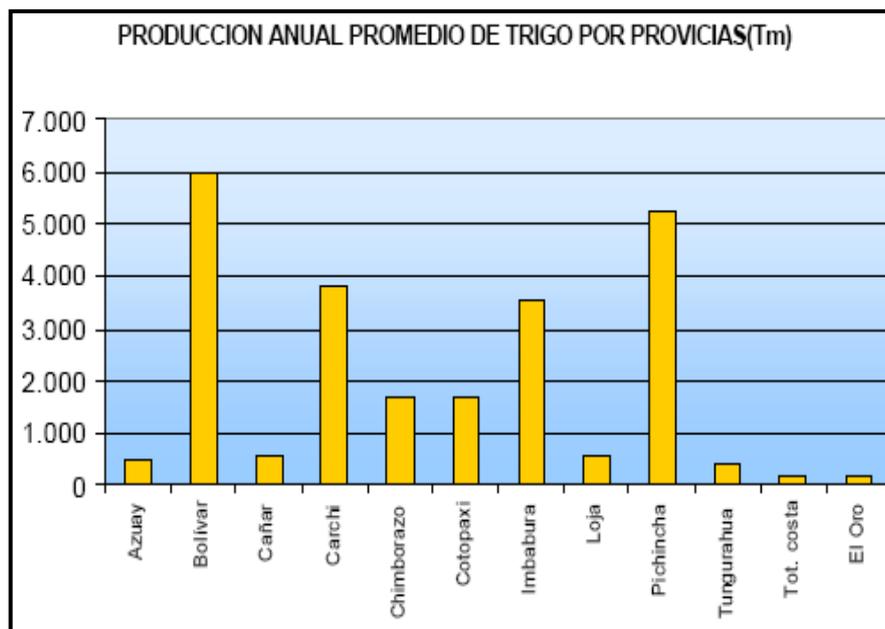


Figura 2: Producción promedio de trigo en la provincia de Tungurahua.

Cuadro Nº 5: Producción de Trigo de la Región Sierra.

Año 1984-2000	
Provincia	Producción (Tm)
Bolívar	101668,31
Pichincha	89134,34
Chimborazo	28518,79
Tungurahua	6886,16

Fuente: INEC-MAG. Proyecto SICA 2002.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012

Badui S., (1993)³, indica las enzimas más comúnmente usadas en panadería es la amilasa fungal, ha sido utilizada durante más de 50 años para la modificación de harinas. Los panaderos han usado enzimas para producir masas y productos más uniformes. Hoy en día las enzimas son usadas para remplazar los bromatos, productos químicos que están siendo rechazados por un número creciente de consumidores. La alfa

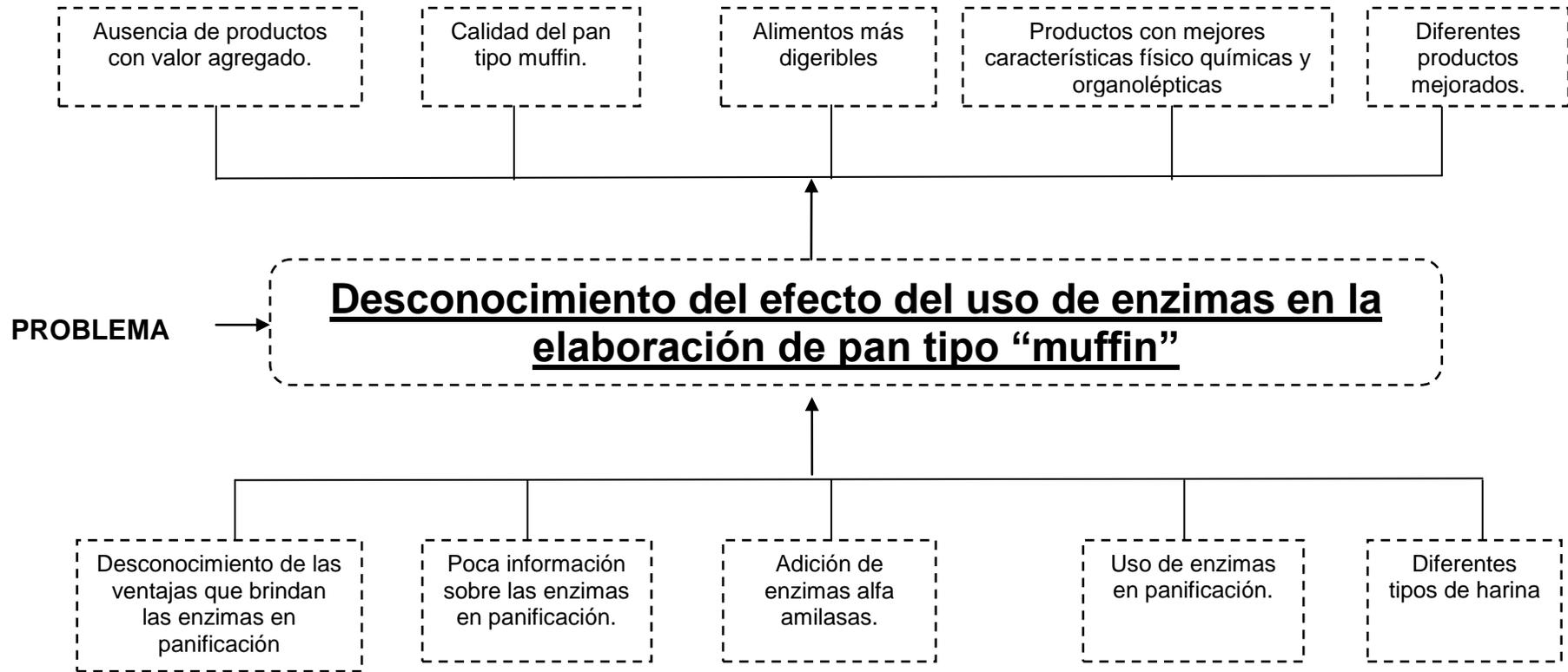
amilasa hidroliza el almidón, produce los azúcares (glucosa y maltosa) que a su vez facilitan las reacciones de oscurecimiento no enzimático que dan origen al color en el horneado, también favorecen la generación de CO₂, pues son sustratos fáciles para las levaduras, lo cual provoca el esponjamiento y por último mejoran la textura de los productos.

Según Fruton, J y Simmonds, S., (1961)¹⁸ en su trabajo de Bioquímica General indica que las enzimas alfa amilasas desdoblan azúcares complejos en azúcares simples.

En el Ecuador se encontraron estudios que se realizó sobre la elaboración de "muffin". Corrales J. y Erazo C. (2009)¹², mencionan los muffins son un tipo de bizcocho horneado en moldes pequeños que se caracterizan por ser esponjosos y húmedos por dentro. Estos pastelitos dulces y redondos son muy apetecidos por los consumidores por ser blandos y suaves al paladar.

1.2.2. ANÁLISIS CRITICO

EFFECTOS (VD)



CAUSA (VI)

Gráfico N° 1. Árbol de problemas

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012

RELACIÓN CAUSA - EFECTO

Por el desconocimiento de las ventajas que brindan las enzimas en panificación, hay ausencia de productos con valor agregado para ser expendidos en el mercado.

Por la poca información sobre las enzimas en panificación, debemos realizar investigaciones sobre las ventajas y beneficios que brindan en el sector panadero.

Calidad del pan tipo muffin es el conjunto de cualidades sensoriales, microbiológicas y físico – químicas que le hace aceptable al producto.

La adición de enzimas alfa amilasas, ayuda a que los alimentos sean más digeribles, su acción consiste en transformar azúcares complejos como el almidón presente en la harina en azúcares sencillos.

El uso de enzimas en panificación ayuda a obtener productos con mejores características físico – químicas y organolépticas que satisfagan al consumidor, provocando un aumento en el volumen del pan, influencia positivamente en su conservación (enzimas alargan el tiempo de vida útil de los productos).

Mediante el uso de diferentes tipos de harina de trigo, se obtiene diferentes productos mejorados. La harina de trigo con la adición de agua forma una masa viscoelástica cohesiva que se puede trabajar (amasar), el responsable de dicha estabilidad es el gluten que se forma durante el amasado.

1.2.3. PROGNOSIS

En el caso de no utilizar enzimas en la elaboración de pan tipo “muffin” no se lograría dar a conocer un producto con características organolépticas aceptables para el consumidor.

Si no se adiciona enzimas alfa amilasa en el pan tipo muffin no se conseguiría dar a conocer el efecto que producen el tiempo de vida útil del producto final.

Esta investigación tiene mucha importancia por que utilizó enzimas de tipo α -Amilasas que degradan el almidón haciendo que el producto sea más digerible por el organismo al obtener productos de mayor volumen y finura, más ligeros, conforme demanda el consumidor por lo que es un producto muy apetecido por todas las personas enfocándose básicamente al consumo de niños y ancianos.

Con la elaboración de pan tipo “muffin”, se brindó una alternativa tecnológica que permita la utilización de enzimas para mejorar la calidad sensorial del producto.

1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera influye la utilización de enzimas α -amilasas y el tipo de harina de trigo en la calidad del pan tipo “muffin”?

1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Qué cantidad de enzimas se debe añadir para obtener el pan tipo muffin con características físico – químicas y organolépticas aceptables por el consumidor?

¿De qué manera influye el tiempo de vida útil en el pan tipo “muffin”, si se adiciona enzima α – amilasa?

¿El pan tipo muffin tendrá aceptabilidad por parte del consumidor?

¿Con la incorporación de enzimas alfa amilasa en el pan tipo muffin se obtendrá un producto de buena calidad, apto para el consumo humano?

1.2.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

DELIMITACIÓN CONCENCEPTUAL

Área : Investigación Tecnológica

Sub-área : Agrícola

Sector : Cereales

Sub-sector: Elaboración del pan tipo muffin con adición de enzima alfa amilasa.

DELIMITACIÓN TEMPORAL

El proyecto fue investigado durante el año 2011-2012. La investigación se efectuó entre los meses (noviembre 2011 - abril 2012).

DELIMITACIÓN ESPACIAL

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la Universidad Técnica de Ambato en los laboratorios de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA), ubicada en el cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la industria panadera constituye uno de los principales rubros económicos del país; tanto por la generación de mano de obra directa como indirecta.

Esta investigación tiene mucha **importancia** porque se utiliza enzimas de tipo α -Amilasas que degradan el almidón haciendo que el producto sea más digerible por el organismo humano al obtener productos de mayor volumen y finura, más ligeros, conforme demanda el consumidor.

La elaboración del proyecto se enfoca en la evaluación de la calidad del pan tipo muffin, si se adiciona enzimas alfa amilasa, siendo una alternativa para no añadir ningún conservante que ayude a almacenar el producto por más tiempo, es de interés **útil**, porque las enzimas alfa amilasas desdoblan los azúcares complejos presentes en el almidón en azúcares simples, haciendo que los productos sean más digeribles para el organismo humano.

La **factibilidad** para el desarrollo del proyecto de investigación radica en el hecho, de que existe una amplia y variada fuente bibliográfica, además el abastecimiento de la enzima alfa amilasa debido a que se obtiene a partir de cereales, hongos (fúngicos) o bacterias. La amilasas de origen fúngico se produce por fermentación de una cepa de hongo *Aspergillus niger*, además en el mercado no existe un producto de esta naturaleza.

El pan tipo muffin presenta la **originalidad** de un producto nuevo para el mercado, porque se deriva de un alimento natural la enzima alfa amilasa es de origen fúngico, en el cual se puede innovar una amplia gama de productos aprovechando su actividad de alargar el tiempo de

vida útil y la acción de transformar azúcares complejos como el almidón en la harina en azúcares sencillos. De esta manera se da una alternativa de utilizar mejoradores panarios que no causen ningún efecto negativo en la salud del consumidor garantizando de esa manera una buena alimentación.

El proyecto, tiene la misión de ofrecer nuevas alternativas alimenticias que mejoren la calidad nutricional de la comunidad ambateña y nacional, por medio de la introducción al mercado de un producto sabroso, nutritivo, económico principalmente que sea más digerible para el organismo humano.

La visión de este producto es establecer un buen mercado de consumo, es producto muy apetecido por todas las personas enfocándose básicamente al consumo de niños y ancianos siendo los más **beneficiarios** por ser más digerible por el organismo humano, son de mayor volumen y finura, además más ligeros.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Estudiar el efecto de la adición de la enzima α – Amilasa en un pan tipo “muffin”, elaborado con diferentes tipos de harina de trigo.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el porcentaje a emplearse de la enzima α -Amilasa en la elaboración de pan tipo “muffin”, con harina de trigo nacional, importado y pastelera.
- Analizar el comportamiento de la masa del pan tipo “muffin” mediante la utilización del Mixolab, si se añade diferentes concentraciones de α -Amilasa.
- Efectuar análisis físicos (pH, acidez, textura) y sensoriales en el pan tipo “muffin”.
- En el mejor tratamiento evaluar el tiempo de vida útil (análisis microbiológico) y costo de elaboración de pan tipo “muffin”.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Durante la investigación se encontró estudios realizados con la elaboración de “muffin”:

García F., (2009)¹⁹, en su tesis considera que la industria de la panificación recurre al uso de almidones modificados para mejorar las características del pan. El uso de estos aditivos y el cocimiento por microondas podría generar productos de mayor calidad y menor costo. Se realizó un estudio comparativo de la digestibilidad “in vitro” de un pan tipo “muffin” adicionado con almidón modificado (AR4) elaborado en horno microondas y convencional. Se realizaron análisis químico proximal, valor energético, análisis de imágenes de miga, evaluación sensorial, almidón total y resistente además que se realizó la evaluación de digestibilidad, índice de hidrólisis y la predicción del índice glucémico. Sensorialmente los muffin obtenidos por cualquier proceso de cocción fueron similares en sabor para el consumidor.

Salgado A., (2011)³², manifiesta que la alimentación es un fenómeno que, sin duda, impacta notablemente en la salud de cualquier persona, de ahí la importancia de una pertinente y suficiente difusión de hábitos alimentarios saludables, así como la integración de dietas que sean balanceadas, es decir, que los grupos de alimentos estén en las proporciones recomendadas; adecuadas al tipo de persona; en

cantidades suficientes y en relación al tipo e intensidad de actividad física que realice; en lo posible variada, para que sea atractiva al consumidor y además inocua. El aumento en la disponibilidad de alimentos preparados (que contribuyen a una superabundancia de calorías), malos hábitos alimentarios (potenciados por la publicidad), estilo de vida sedentario (disminución de actividades físicas).

En Ecuador se han realizado estudios relacionados con la elaboración de “muffin”.

Corrales J. y Erazo C., (2009)¹², dicen los muffins son un tipo de bizcocho horneado en moldecitos pequeños que se caracterizan por ser esponjosos y húmedos por dentro. Estos pastelitos dulces y redondos son muy apetecidos por los consumidores por ser blandos y suaves al paladar. La presente investigación permitió, analizar una alternativa para la industria pastelera con el desarrollo de una tecnología que permitió utilizar materias primas como almidón de achira, leche de soya, panela granulada como ingredientes básicos en la elaboración de muffin con excelente calidad físico – química y nutricional.

En la biblioteca de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato existen antecedentes bibliográficos basados en la utilización de enzimas como mejoradores para la elaboración de pan como:

Recalde H. y Rodríguez M., (2003)²⁹, en su resumen sugiere el uso de agentes mejoradores como: ácido l-ascórbico (0, 30 y 50 ppm); enzimas xilanasas (40, 50 y 60 ppm) y α -amilasas (10 y 15 ppm); como

alternativa para dejar de usar el bromato de potasio (25 ppm) en la harina de trigo destinada a panificación. Se escogió como mejor tratamiento correspondiente a: 30 ppm ácido l-ascórbico; 40 ppm de enzima xilanasas y 15 ppm de enzima α -amilasa tomando en cuenta las respuestas experimentales de relevante significancia como: estabilidad, tiempo de desarrollo, índice de tolerancia al amasado e índice extensográfico.

Pulloquina M., (2011)²⁸, menciona tradicionalmente para la elaboración de pan se utiliza únicamente harina de trigo importado por lo que nace la necesidad de sustituir parcialmente con harina de cereales y tubérculos nacionales, con la finalidad de evaluar el efecto de enzimas: glucoxidasas y α -amilasa en una mezcla 80% harina de trigo importado y 20% harina de papa pre cocida nacional escogiendo como mejor tratamiento 100 ppm ácido ascórbico + 250 ppm estearil 2-lactilato de sodio + 30 ppm azodicarbonamida + 75 ppm α -amilasa + 200 ppm glucosa oxidasa, debido a que presentan mejores características reológicas para ser utilizada como harina panadera.

Tamayo L., (1997)³⁵, indica que el presente trabajo se realizó con la finalidad de mejorar las características reológicas de harina de trigo nueva (no envejecida) así como mejorar las características organolépticas del producto terminado (pan) para el efecto se utilizó harina de trigo Miraflores. En el mejor tratamiento se utilizó oxidantes como: ácido ascórbico (100, 200 y 300 ppm); bromato de potasio (15 20 y 25 ppm); soya enzimática activa (0.5, 1%). Con el mismo se elaboró pan, el mismo que dos horas después de salido del horno se sometió a análisis microbiológico (mohos – levaduras y esporas).

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se fundamenta en el paradigma naturalista considerando que la palabra paradigma viene del griego paradigma que significa modelo, patrón.

Paradigma naturalista: emplea las nociones de comprensión, significado y acción, además se centra en el estudio de los significados de las acciones humanas y de la vida social.

Camacho (2008)⁵⁵, menciona que el paradigma es un ejemplo o un esquema básico de interpretación de la realidad, que ha sido verificado por un proceso de investigación científica, es decir aplicando leyes, teorías, modelos, métodos y técnicas, aplicando e instrumentando; y, sobre la base de este ejemplo se proporcionan modelos científicos.

2.3. FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA

Según El Sistema Mundial de Información y Alerta Sobre la Agricultura y la Alimentación de la FAO, (2010)⁴⁵, el trigo es una monocotiledónea, del orden de las glumíferas, familias gramináceas, género *Triticum* y especie *Triticum durum*.

El trigo lo podemos clasificar según distintos criterios en:

- 1) Harinosos o vítreos. Según la textura del endospermo.
- 2) Trigos fuertes o flojos. Los fuertes producen harinas para la panificación de piezas de gran volumen, buena textura de la miga y buenas propiedades de conservación, tienen por lo general alto contenido en proteínas. Los flojos solo sirven para la obtención de

panes pequeños de miga gruesa, por lo general tienen un bajo contenido en proteínas.

3) Trigos duros o blandos. Los duros por su gran cantidad en gluten y las propiedades coloidales de los mismos se emplean preferentemente para la fabricación de macarrones y otras pastas alimenticias. De los blandos se extrae la harina utilizada en panificación.

4) Trigos de invierno y de primavera.

Tejero F., (2001)⁴⁶, indica el uso de enzimas en la industria de panificación se debe principalmente a la deficiencia en el trigo y en la harina, de las enzimas naturalmente presentes.

Yáñez C., (2000)⁴⁴, menciona en la industria panadera, las enzimas se han utilizado fundamentalmente para alargar la vida útil de los productos.

Según Badui S., (1993)³, las enzimas más comúnmente usadas en panadería es la amilasa fungal, ha sido utilizada durante más de 50 años para la modificación de harinas. Los panaderos han usado enzimas para producir masas y productos más uniformes. Hoy en día las enzimas son usadas para remplazar a los bromatos, productos químicos que están siendo rechazados por un número creciente de consumidores. La alfa amilasa hidroliza el almidón, produce los azúcares (glucosa y maltosa) que a su vez facilitan las reacciones de oscurecimiento no enzimático que dan origen al color en el horneado, también favorecen la generación de CO₂, pues son sustratos fáciles para las levadura, lo cual provoca el esponjamiento y por último mejoran la textura de los productos.

2.4. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En el Ecuador este trabajo de investigación está respaldado únicamente por las normas ecuatorianas de la elaboración de pan.

En mezclas de harinas con mejoradores destinados a la elaboración de pan tipo “muffin”, es necesario conocer sus cualidades panarias mediante métodos utilizados para cada uno de los ensayos, establecidos por manuales de funcionamiento y normas.

Análisis en el Mixolab: Método basado en el funcionamiento de equipos Mixolab Chopin de acuerdo al método ICC (International Association of Cereal Chemistry) ICC – Stándar N° 173

Análisis microbiológico: se analizó presencia de Coliformes totales, mohos – levaduras y *Staphylococcus aureus*, utilizando cajas petri, siembras en superficie mediante los métodos establecidos por las normas INEN.

Reglamento Técnico RTCA 67.04.50:08 Centroamericano Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. Versión 13 al 17 de octubre 2008.

Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería RM N° 1020-2010/MINSA. (Lima – Perú 2011)

2.5. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

SUPERORDINACIÓN CONCEPTUAL

En el gráfico 2 se aprecia la Red de Inclusiones que establece los elementos que describen a la variable dependiente e independiente, así:

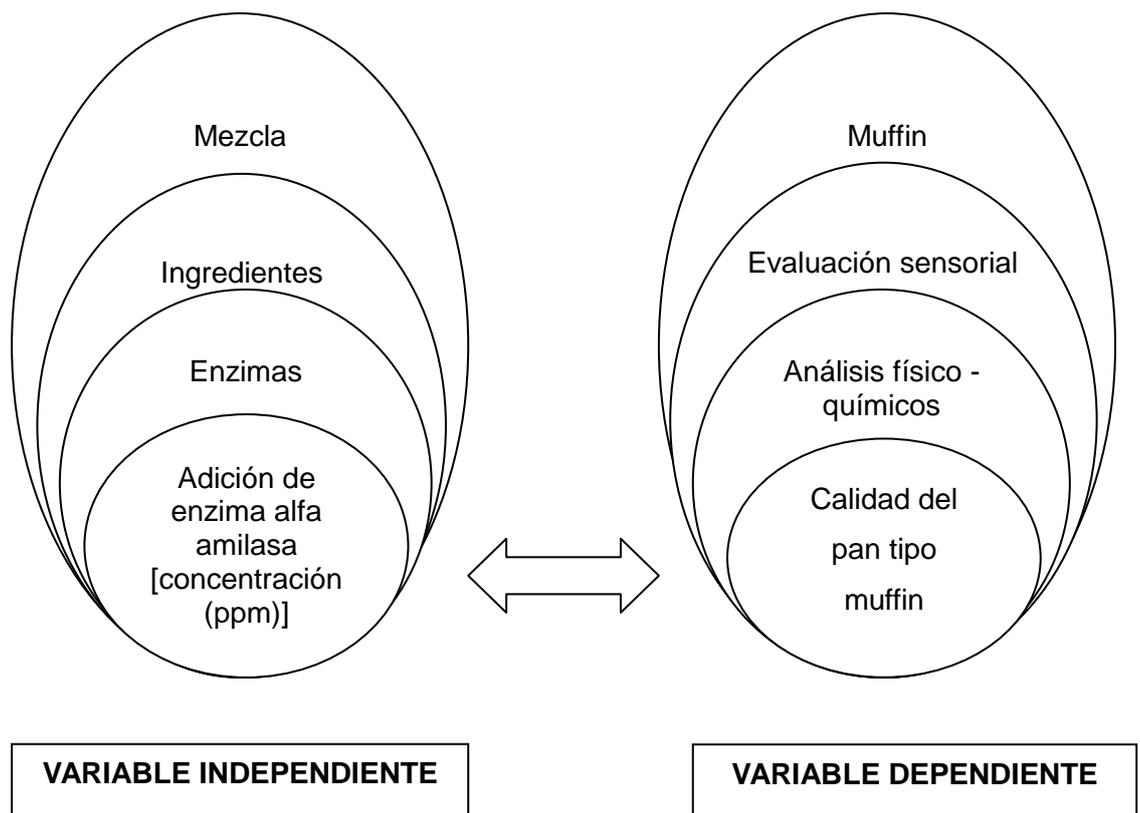


Gráfico N° 2. Red de Inclusión Interrelacionado.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012.

CONSTELACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

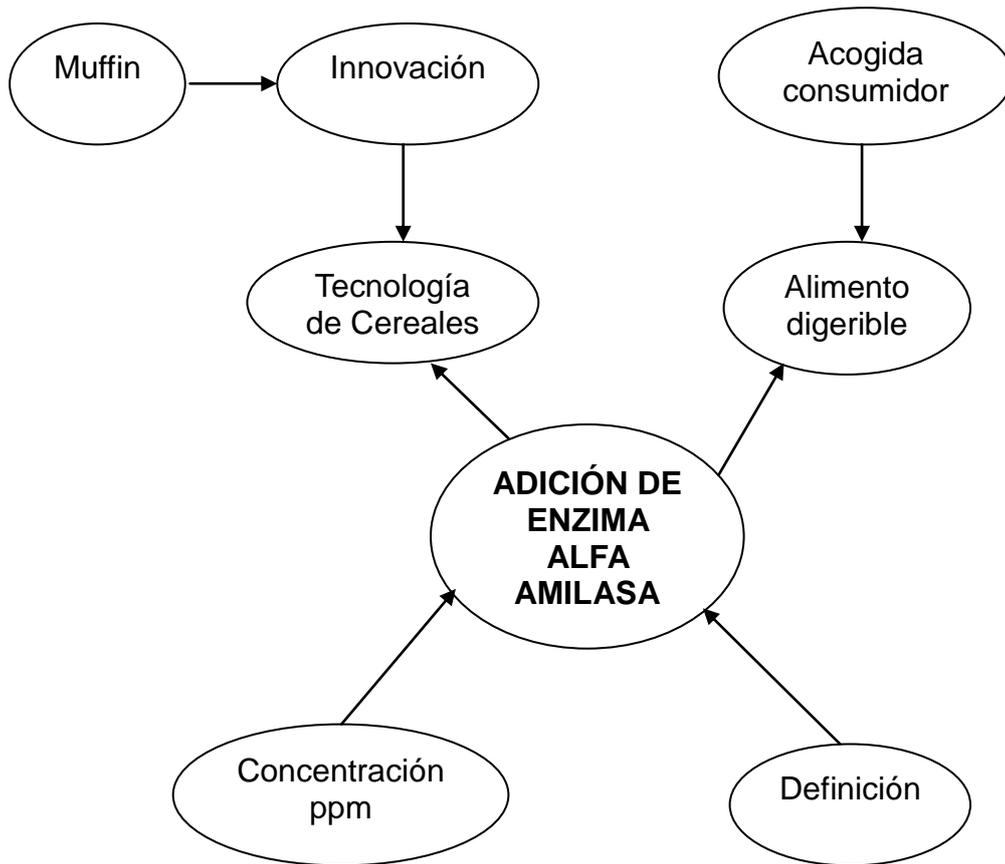


Gráfico Nº 3. Subcategorías de la Variable Independiente.

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo, 2012.*

**CONSTELACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES DE LA VARIABLE
DEPENDIENTE**

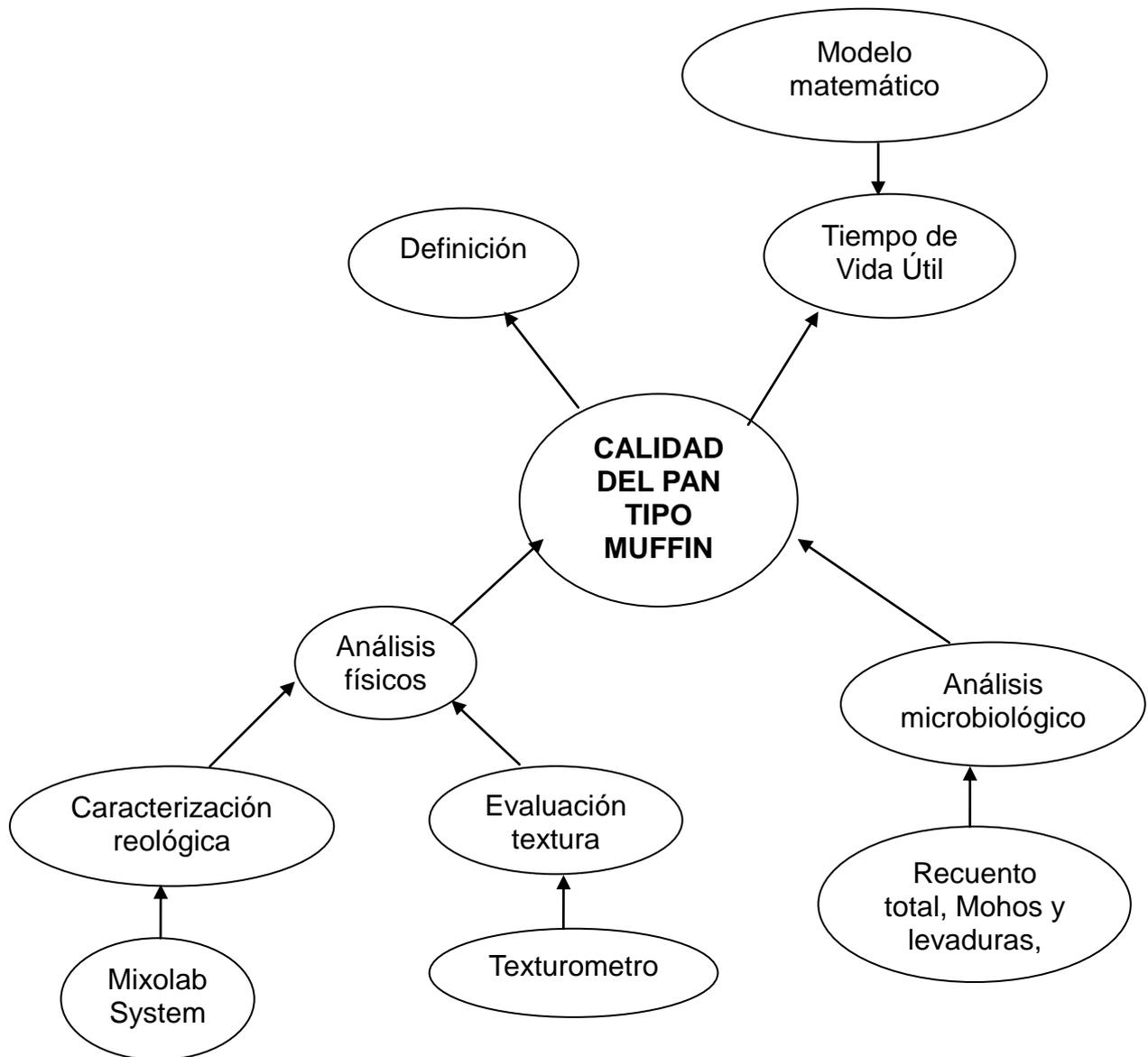


Gráfico N° 4. Subcategorías de la Variable Dependiente.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012.

2.5.1. MARCO CONCEPTUAL DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

2.5.1.1 Mezcla

Agregación de sustancias sin interacción química entre ellas. Las propiedades de las mezclas varían según su composición y pueden depender del método o la manera de preparación de las mismas. En una 'mezcla homogénea' o disolución el aspecto y la composición son uniformes en todas las partes de la misma. El componente que está en mayor proporción y que generalmente es líquido se denomina disolvente, y el que está en menor proporción soluto. Las disoluciones pueden ser sólidas y gaseosas, pero la mayoría de ellas son líquidas.

Según Dillard R., Clyde y Goldberg E., David (1997)¹⁶, las mezclas son combinaciones de elementos y/o compuestos en los cuales los componentes retienen la mayor parte de sus características. En general las composiciones de las mezclas pueden variarse arbitrariamente y las propiedades de una mezcla dependen de su composición.

2.5.1.2 Ingredientes

2.5.1.2.1 Trigo

Es el más importante de los cereales y como crece en casi cualquier tipo de suelo y climas moderadamente templados, es uno de los cultivos más ampliamente distribuidos por el mundo. En alimentación se emplean dos grupos botánicos: *Triticum vulgare* y *Triticum durum*; el primero se usa para obtener pan y en pastelería, y el segundo para fabricación de macarrones y similares. Las distintas partes del grano tienen las siguientes aplicaciones comerciales:

Germen: para harina de germen y alimentos especiales.

Salvado: para harinas integrales y alimentación animal.

Endospermo: para harina, sémola, macarrones.

Según Bennion, (1967)⁵, el germen como en todas las semillas es el foco de vida contiene un alto porcentaje de azúcares naturales, una cantidad considerable de aceite de trigo y una gran cantidad de fosfatos naturales especialmente de potasio.

Cortes, M., (2000)⁴¹. La producción mundial del trigo es dedicada a los siguientes usos:

Un 58% a la panificación.

Un 17% para pastas de sopa y galletas.

Un 12% para sembrar.

Un 12% para piensos.

Un 0.5% para usos industriales (cosméticos).

2.5.1.2.1.1 Composición química

El grano maduro está formado por agua, proteínas, lípidos, almidón y otros azúcares como la maltosa, sacarosa, fibra, sales minerales y vitaminas. A continuación se reporta la composición química del grano.

Cuadro N° 6: Composición química del grano de trigo.

COMPONENTES		Porcentajes en peso	
		Mínimo (%)	Máximo (%)
Agua		8	18
Proteínas	Prótidos	8	17
Materia grasa	Lípidos	1.5	2
Almidón y otros azúcares	Glúcidos	60	71
Sales minerales	Cenizas	1.5	2
Vitaminas B y E		0.12	-

Fuente: Manuel Cortés, 2000

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012

2.5.1.2.1.2 Características del Trigo Nacional

Urbano J., (1996)³⁷, menciona los productos que se obtienen de la molienda del trigo son: harina, constituida por el endospermo; el afrecho compuesto por el germen y el salvado.

El cuadro 7 se indica las características de las variedades de trigo cultivadas en el Ecuador.

Cuadro N° 7: Características de calidad

Variedad	H (%)	Pt (%)*	Rd (%)	W (J)	P/G
Bonza	12.8	10.7	73.0	95.8	2.92
Crespo	13.1	9.9	72.8	213.8	9.2
Napo	12.6	9.9	68.3	94.4	5.5
Atacazo	13.1	11.1	68.0	278.0	9.21
Rumiñahui	13.1	10.6	70.2	154.0	8.8
Amazonas	13.2	11.0	65.9	152.7	10.63
Manitoba	13.4	13.1	71.5	20.0	4.2

* Valores corregidos en base a 14% de humedad.

Fuente: Informe Técnico. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012

Dónde:

H = Humedad

Pt = Proteínas

Rd = Rendimiento

P/G = Relación Tenacidad Elasticidad.

W = Trabajo

2.5.1.2.2 Harina de trigo

Según Matz S., (1978)²⁴, harina de trigo es el ingrediente especial usado en panadería, que cuando es mezclada con agua en proporciones correctas, su contenido proteico permite la formación de una red elástica que retiene el gas permitiendo dar una estructura firme y esponjosa al pan.

Rollin E., (1962)³¹, menciona los elementos constituyentes de la harina dependen de los que constituyen el grano del trigo del que se obtiene la harina, los diversos elementos que entran en las harinas de trigo en porcentajes diversos son: enzimas, cenizas y vitaminas.

2.5.1.2.2.1 Composición de la Harina de trigo

Según Beliz, H.D y Grosch, W., (1997)⁴, a fin de obtener productos de la calidad deseada es necesario utilizar una harina con propiedades panarías óptimas.

Cortes M., (2000)⁴¹, la harina de trigo es la materia prima por excelencia en todos los proceso panaderos. Conocer su composición y los efectos que cada una de estas materias pueden aportar durante la elaboración de los productos la calidad de esas elaboraciones dependerá de la correcta interrelación de los elementos constitutivos de la harina.

Cuadro N° 8: Composición medida de harinas panificables.

Elementos	Porcentajes (%)
Proteínas	8 a 11
Grasas	1 a 2
Almidón	71
Cenizas	0.55 a 0.65
Vitaminas	0.03
Humedad	13 a 15
Fibra	3
Azúcares	1.5 a 2.5

Fuente: Calaveras, J., 1996,

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo, 2012*

Las partes constituyentes de la harina son las siguientes:

1. Almidón
2. Proteínas (solubles del trigo, del tipo de la albumina y gliadina, e insolubles como la gluteína, una de las partes principales del gluten.
3. Grasas
4. Azúcares
5. Sales minerales
6. Humedad
7. Pequeñas cantidades de celulosa.

2.5.1.2.2 Formación del gluten de trigo

Solamente con la harina de trigo al añadir agua se forma una masa viscoelástica cohesiva que se puede trabajar (amasar). El principal responsable de dicha estabilidad es el gluten que se forma durante el

amasado, que se aísla como residuo si se lava la masa con agua eliminándose así el almidón y los componentes solubles. El gluten está formado en un 90% de proteínas, lípidos 8% y carbohidratos 2%, las proteínas del gluten junto con los lípidos son responsables de las propiedades viscoelásticas y cohesivas de la masa. Tales propiedades reológicas confieren a la masa la capacidad de retener gas durante la fermentación (esponjamiento) y dan un producto que después de horneado es poroso y esponjoso con una corteza elástica.

2.5.1.2.2.3 Componentes proteicos del gluten de trigo

Según Wong D., (1995)⁴⁰, el gluten de trigo recién extraído una vez seco es un polvo de color crema y rico en proteína (75 – 80%) contiene elevadas cantidades de proteínas de reserva (gliadinas y gluteninas).

Beliz, H.D y Grosch, W., (1997)⁴, indica el gluten del trigo contiene dos fracciones prolaminas y glutelinas en proporción 2:3 aproximadamente, en su forma hidratada, tienen efectos diferentes sobre las características reológicas de la masa: las prolaminas se consideran el disolvente de las glutelinas y responsables sobre todo de la viscosidad. Siendo las glutelinas responsables de la elasticidad y cohesividad de la masa panaría.

2.5.1.2.3 Almidón

Según Wong D., (1995)⁴⁰, el almidón es el más importante hidrato de carbono (reserva) presente en todos los cereales, consta de dos polisacáridos: amilosa (cadena lineal) y amilopectina (polímero ramificado).

Las moléculas de almidón están organizadas en agregados macromoleculares casi cristalinos denominados gránulos. Cambios en la

estructura del almidón como su disolución, gelatinización o fragmentación son afectadas por la razón agua/almidón, temperatura, razón de calentamiento, morfología amilosa/amilopectina, rompimiento, distribución de los gránulos, adición de azúcares, sales, proteínas, lípidos y otros factores.

2.5.1.2.3.1 Amilosa

Hood (1982)²¹, menciona la amilosa tiene una estructura no muy bien definida consta de 200 – 1000 unidades de glucopiranosas unidas mediante enlaces α 1–4. Tiene un peso molecular de entre 150000 y 100000, dependiendo de su origen biológico.

La amilosa no es soluble en agua formando con esta disoluciones coloidales. En este estado la molécula constitutiva está enrollada en hélices cuya estructura demuestra que cada vuelta está formada por 6 moléculas de α D–Glucosa.

2.5.1.2.3.2 Amilopectina

Vasconez C., (1993)³⁸, indica la amilopectina está formada por cadenas muy ramificadas. Las cadenas están formadas por enlaces glucosídicos α 1–4 (94 – 96%), pero las cadenas ramificadas muestran puntos de enlace 1–6 (4-6%), estas ramificaciones están constituidas por unas doce moléculas y aparecen secuencialmente cada 20 o 25 unidades de α D–Glucosa de la cadena principal. La amilopectina tampoco es soluble en agua, dando con esta como la amilosa, disoluciones coloidales y debido a su estructura ramificada no forma enrollamientos helicoidales. Generalmente entre el 70 a 80% del peso del almidón corresponde a la amilopectina y esta no exhibe fenómeno de retrogradación típico de la amilosa.

2.5.1.2.4 Sal

Vidal M., (1966)³⁹, explica la sal le da a la masa fuerza de cohesión contrarresta el desagradable sabor a ciertas harinas hace más digestivo el pan. Se añade 250gr por cada 100 Kg de harina.

Funciones de la sal

- a) Primero da sabor al producto.
- b) Confiere al producto terminado aspecto atractivo.
- c) Contrae y estabiliza el gluten de la harina, facilitando así conseguir una pieza bien formada con miga que no se desmorone al corte.
- d) Coadyuva a mantener la humedad de la pieza una vez que esta ha salido del horno.

Funciones de los ingredientes en repostería.

Harina: estructura del batido.

Leche: regula la palatabilidad del producto final.

Huevos: proporcionan estructura, humedad y sabor.

Azúcar: brinda sabor y ayuda a retener la humedad.

Sal: Refuerza el sabor de los otros ingredientes.

Polvo de hornear: su acción leudante hace crecer los productos.

(FLEISCHMANN, 1999)¹⁷

2.5.1.2.5 Azúcar

Moreno E., (2006)⁵⁰, dice el elevado contenido de azúcar en los productos batidos mejora el mantenimiento de su calidad a la vez que les brinda el sabor dulce, ablanda y humedece a los productos batidos.

Sufre una serie de complejas reacciones de pardeamiento por encima de los 160°C, y los productos de las mismas forman la corteza marrón de varios productos horneados. Se conocen como reacciones de Maillard, y son esencialmente reacciones de caramelización catalizadas en medio ácido.

2.5.1.2.6 La leche

Moreno E., (2006)⁵⁰, indica la leche se comporta de la misma manera que el agua (es decir, como solvente, ayuda a distribuir los sabores y se vaporiza durante la cocción colaborando con la textura final del producto). La lactosa en la leche se carameliza y crea color en la superficie, a su vez, ayuda en el desarrollo de una corteza firme. La grasa y las proteínas de la leche y de otros productos lácteos contribuyen con sabor y volumen. El ácido láctico de la leche aumenta la estabilidad del gluten. El resultado es un producto con una textura interior fina.

2.5.1.2.7 Huevos

Según Moreno E., (2006)⁵⁰, los huevos son agentes que secan y elevan los productos batidos; ayudan a emulsionar (mezclar) el batido.

El huevo en una mezcla usualmente tiene una o dos funciones. El batido de las claras se utiliza para darle a la masa una textura aireada y liviana. Esto se logra porque la clara de huevo (albúmina) permite que las burbujas de aire creadas, cuando el huevo fue batido, no se colapsen durante el horneado.

2.5.1.2. Leudantes Químicos

Moreno E., (2006)⁵⁰, menciona el papel de los leudantes químicos es ampliar las burbujas en la grasa, causando que los productos batidos se eleven a su potencial.

2.5.1.2.10 Materias Grasas

Moreno E., (2006)⁵⁰, enuncia las grasas ablandan los productos batidos, suavizan y moderan su estructura, y realzan el sabor. La grasa debilita o acorta una masa aflojando su red de gluten, causando que el producto horneado sea más suave, que se quiebre más fácilmente y que tenga una palatabilidad más blanda. La grasa puede atrapar el aire durante el batido y mezclado, produciendo un batido que consiste en masas de pequeñas burbujas de aire atrapadas dentro de gotitas de grasa. Esto es muy importante en los productos batidos en los cuales son estas burbujas de aire las que se expanden durante el horneado formando una estructura liviana y aireada. La grasa hace posible incorporar grandes cantidades de líquidos y esto evita que los productos se sequen. Las materias grasas, tanto sólidas como líquidas, tienen la característica de absorber muy fácilmente los olores del ambiente en el cual estén almacenadas. De esta forma, modifican sus características organolépticas y por ende las de los productos batidos que se elabore con ellas.

2.5.1.3 Enzimas

Según Tejero F., (2000)⁵¹. Las enzimas como catalizadores biológicos ayudan a acelerar diversas reacciones bioquímicas que tienen lugar durante el desarrollo de la masa panaria. En los últimos años las enzimas han tenido un avance significativo en la industria panadera ya que se han ido limitando en los mejoradores comerciales los principios

activos tradicionales como el ácido ascórbico y los emulsionantes por diferentes enzimas que pueden actuar casi de la misma forma que estos. Los cereales contienen una serie de enzimas naturales como son las amilasas, proteasas, hemicelulasas y lipasas. Tanto los contenidos en la harina como los adicionados en el molino o en la panadería, actúan en las diferentes partes del proceso de panificación. Su presencia en cantidades superiores o inferiores a las necesarias afectará, a la calidad del producto final, tanto a su volumen y aspecto, como a su conservación. Actualmente la mayor parte de las enzimas son producidas industrialmente para su utilización en los procesos de panificación se producen mediante fermentaciones de microorganismos seleccionados.

2.5.1.3.1 Factores que influyen en la acción de las enzimas

La cantidad de una enzima añadida a la harina reaccionará de forma distinta dependiendo de varios factores como es la acidez, la temperatura y la fermentación de la masa, así como la temperatura del horno, tendrán una repercusión de reacciones bien distintas cuando estos parámetros cambien.

- **Sustratos disponibles en la harina:** la actividad de una enzima responde a la concentración del complejo enzima-sustrato, es muy importante que la cantidad de sustrato y enzima estén relacionados. Cuando este es limitado la acción de la enzima es lenta y limita la reacción y cuando la cantidad de sustrato sea elevada la reacción será rápida y efectiva.
- **Efecto de la temperatura sobre la actividad enzimática:** En general los aumentos de temperatura aceleran las reacciones químicas y enzimáticas: por cada 10°C de incremento, la velocidad de reacción se duplica. Las enzimas que se utilizan en la panadería se activan desde que se añade agua en el amasado y terminan en

el horno. Normalmente las enzimas que se utilizan en la harina y las que el panadero aporta a través del mejorador se desnaturalizan y se desactivan entre los 60-70°C.

- **Efecto del pH sobre la actividad enzimática:** El pH es una medida de la acidez relativa de la masa muy importante en la elaboración del pan a partir de masas madre. La acidez en la que la actividad de las enzimas es óptima, en procesos con fermentaciones cortas, se obtiene difícilmente cuando se añade una porción de masa madre.

2.5.1.3.2 Alfa – Amilasas

Tejero F., (2000)⁵¹, dice son enzimas que actúan hidrolizando el almidón, proporcionando azúcares fermentables por las levaduras, lo que provoca un aumento en el volumen del pan, influencia positivamente en su conservación, retrasando la retrogradación del almidón. Las amilasas de origen fúngico son las más utilizadas en la fabricación de pan, como alternativa a la harina de malta. La producción de azúcares fermentables para la levadura se realiza mediante la rotura de estas cadenas de moléculas de glucosa por acción de las amilasas lo que se denomina hidrólisis enzimática. La eficacia de este proceso depende de la temperatura del grado de hidratación del almidón, su máximo se alcanza cuando se gelifica el almidón en los inicios de la cocción. Cuando el contenido de amilasas especialmente de α -amilasas es correcto se obtiene una influencia positiva no solamente en el volumen del pan, sino también en su conservación, produciéndose un efecto de ralentización de la retrogradación del almidón. La α -amilasa fúngica tiene una mayor tolerancia a la sobredosis que la de origen cereal, lo que se basa en su desactivación durante la primera fase de la cocción (60-65°C) por lo que no existe el riesgo de que se produzca exceso de dextrinas.

Fruton, J y Simmond, S., (1961)¹⁸. En algunos casos la actividad de las amilasas tiende a incrementarse con el incremento de la temperatura, mientras que en otros puede ocurrir su inactivación y probablemente la desnaturalización de sus proteínas. Por esta razón, la actividad de las amilasas suele ser considerada a temperaturas relativamente bajas entre 20 y 40°C aunque, altas temperaturas son deseables en muchos procesos industriales.

2.5.1.4 Concentración

La concentración de una disolución es la proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolvente, donde el soluto es la sustancia que se disuelve, el disolvente la sustancia que disuelve al soluto, y la disolución es el resultado de la mezcla homogénea de las dos anteriores. A menor proporción de soluto disuelto en el disolvente, menos concentrada está la disolución, y a mayor proporción más concentrada ésta. Para expresar concentraciones muy pequeñas, trazas de una sustancia muy diluida en otra, es común emplear las relaciones partes por millón (ppm), el empleo de enzimas mejora las cualidades de las harinas de panadería, la concentración añadida es baja partes por millón (ppm).

2.5.1.5 Tecnología de Cereales

2.5.1.5.1 Innovación

Es crear o modificar un producto e introducirlo en el mercado. Introducción en el mercado de un nuevo bien o servicio, el cual los consumidores no están aun familiarizados.

2.5.1.5.2 Muffin

Corrales J. y Erazo C., (2009)¹², mencionan muffin es un tipo de bizcocho horneado en moldecitos pequeños que se caracterizan por ser esponjosos y húmedos por dentro. Estos pastelitos dulces y redondos son muy apetecidos por los consumidores por ser blandos y suaves al paladar.

2.5.1.6 Alimento Digerible

2.5.1.6.1 Digestibilidad

Montero (2009)⁵³, sostiene la digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino. Desde hace unos años se vienen utilizando métodos de análisis *in vitro* para evaluar la digestibilidad del almidón, cuyos resultados son útiles para estimar la respuesta glicémica en alimentos derivados de cereales, incluyendo naturalmente al pan.

2.5.1.6.2 Acogida por el consumidor

Este producto es muy acogido por el consumidor por ser más digerible por el organismo humano, además estos pastelitos dulces y redondos son muy apetecidos por los consumidores por ser blandos y suaves al paladar, enfocándose básicamente al consumo de niños y ancianos.

2.5.2 MARCO CONCEPTUAL DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

2.5.2.1 Muffin

Corrales J. y Erazo C., (2009)¹², mencionan muffin es un tipo de bizcocho horneado en moldecitos pequeños que se caracterizan por ser esponjosos y húmedos por dentro. Estos pastelitos dulces y redondos son muy apetecidos por los consumidores por ser blandos y suaves al paladar.

2.5.2.2 Evaluación sensorial

Vasconez C., (1993)³⁸, la evaluación sensorial de los alimentos se constituye en la actualidad como una de las más importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. Por su aplicación en el control de calidad y de procesos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia del lanzamiento de los mismos al comercio, la hace sin duda alguna la copartícipe del desarrollo y avance de la alimentación.

Costell y Durán, (1998)¹³, indica la textura, junto con el sabor, el olor y el aspecto configuran lo que se define como calidad sensorial de los alimentos. La importancia tecnológica de este aspecto de la calidad de los alimentos es evidente por que influye directamente es la aceptabilidad de los mismos, aunque no al determine totalmente.

2.5.2.2.1 Análisis sensorial de los Alimentos

Sancho Josep, E Bota, Enric Bota Prieto, J de Castro, (1994)³⁴, menciona el análisis sensorial ha demostrado ser un instrumento de suma eficacia para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento, ya que cuando ese alimento se quiere comercializar, debe cumplir los requisitos

mínimos de higiene, inocuidad y calidad del producto, para que éste sea aceptado por el consumidor, más aun cuando se desee que sea protegido por una denominación de origen, los requisitos son mayores, ya que debe poseer los atributos característicos que justifican su calificación como producto protegido, es decir, que debe tener las características de identidad que le hacen ser reconocido por su nombre.

Según Costell y Durán, (1998)¹³, para analizar totalmente es necesario recurrir al Análisis Sensorial que se define como el conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos por uno o más de los sentidos humanos. El desarrollo de los métodos sensoriales se ha basado en el análisis del proceso por el que el hombre evalúa la calidad sensorial.

Este proceso incluye:

- a) La percepción del estímulo, tanto en su aspecto fisiológico como psicológico.
- b) La elaboración de la sensación y
- c) La comunicación verbal de la sensación.

Piggott J. R., (1984)²⁷, dice dentro de las principales características sensoriales de los alimentos destacan: el olor, que es ocasionado por las sustancias volátiles liberadas del producto, las cuales son captadas por el olfato; el color es uno de los atributos visuales más importantes en los alimentos y es la luz reflejada en la superficie de los mismos, la cual es reconocida por la vista; la textura que es una de las características primarias que conforman la calidad sensorial, su definición no es sencilla porque es el resultado de la acción de estímulos de distinta naturaleza.

Sancho Josep, E Bota, Enric Bota Prieto, J de Castro, (1994)³⁴, indica uno de los mayores problemas asociados al análisis sensorial de los

alimentos es conseguir que esta respuesta humana sea precisa y reproducible, por lo que si se desea obtener resultados confiables y validos en los estudios a realizarse, el panel debe ser tratado como instrumento científico.

2.5.2.3 Análisis físico – químicos

Con estos análisis físico-químicos se conoce las características básicas de un producto, como el PH, la acidez, los sólidos, la viscosidad, los cloruros, el almidón, la fibra, la proteína, la grasa, la humedad y los carbohidratos; esta información nos sirve como “Indicador de Calidad” y/o parámetro de medición para una producción estandarizada, además se puede complementar la ficha técnica del producto.

2.5.2.4 Calidad del pan tipo muffin

2.5.2.4.1 Definición de Calidad

Conjunto de atributos que se relacionan con la presentación, composición y pureza, tratamiento tecnológico y conservación que hacen del alimento apetecible al consumidor (aceptabilidad del alimento) el aspecto sanitario y valor nutritivo del alimento. Es preciso indicar la calidad a la que nos referimos:

- Calidad nutritiva
- Calidad sanitaria
- Calidad tecnológica
- Calidad organoléptica
- Calidad económica

Los determinantes de la calidad son:

- Color
- Olor

- Aroma
- Sabor
- Textura
- Ausencia de contaminantes (microorganismos).

2.5.2.4.2 Calidad del pan tipo muffin

Es el conjunto de cualidades sensoriales (sabor, olor, color, textura, forma y apariencia), higiénicas y físico - químicas; que le hace aceptable al pan tipo muffin al consumidor.

2.5.2.5 Análisis físicos

2.5.2.5.1 Características reológicas

Según Castelli E., (2002)¹⁰, las características reológicas son importantes por ser específicas para las harinas y por la variedad de instrumentos que se han desarrollado para su medida. La reología es el estudio de las propiedades plásticas o mecánicas y que influyen de forma notable en el uso como producto final que se da a la harina. Estos parámetros reológicos, van a estar directamente relacionados con la cantidad como la calidad de las proteínas considerando los factores primarios como medida potencial de la calidad de las harinas, en relación a su uso final.

Ulloa C. y Castro E., (2001)³⁶, menciona con respecto al área de los alimentos, la reología está dirigida hacia dos ámbitos; en primer lugar responder en forma cuantitativa a fenómenos de orden cualitativos como son la percepción de los alimentos a través de los sentidos y por otra parte está dirigida al diseño de equipo y la evaluación de la calidad de los alimentos.

2.5.2.5.1.1 Equipo Mixolab System

Según Chopin Technologies, (2011)¹⁴, el Mixolab System, es una herramienta que permite obtener información completa sobre el comportamiento de los diferentes componentes de las harinas (almidón, proteínas, agua) y también el efecto de los componentes menores como fibras, lípidos, y enzimas.

Se utiliza para medir la calidad panadera de la harina mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y la absorción de agua necesaria para alcanzar esta consistencia, este equipo permite caracterizar el comportamiento reológico de una masa sometida a amasado y calentamiento. Utilizando un método normalizado a través de programas como el Mixolab Estándar, Mixolab Simulator y Mixolab Profiler que dan diferente apreciación de las cualidades panarias de la harina.

Según Clair L., (2009)⁴², a través del mixolab estándar se obtienen parámetros basados en la fuerza que ejerce las aspas del mixolab durante el amasado como: Desarrollo de la masa, Debilitamiento de la proteína, Gelatinización del almidón, Actividad amilásica y Retrogradación del almidón como se muestra en la figura (3).

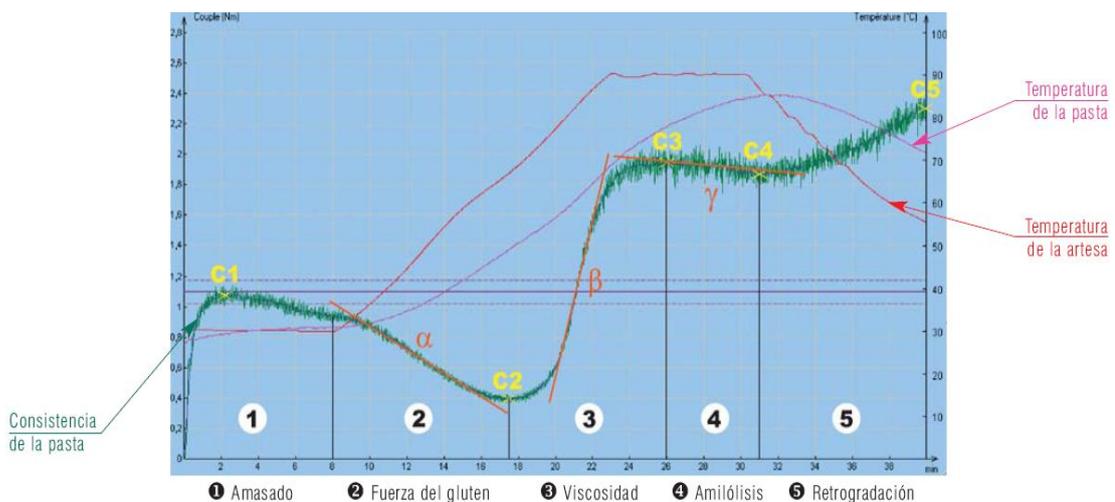


Figura Nº 3: Curva tipo del Mixolab Standard

Fuente: Chopin Technologies. 2006.

1. El Comportamiento del amasado (Fase estable a 30°C).
2. La Resistencia del gluten frente al calentamiento de la masa (fase entre 30 y 60°C).
3. La Viscosidad (entre 60 y casi 80°C).
4. La Resistencia amilásica (con una temperatura alta).
5. La Retrogradación del almidón (fase de enfriamiento).

1. El Índice de Absorción

Hamer y Hosenev, (1998). La absorción de agua impactara todo el proceso, pero particularmente las propiedades mecánicas, el rendimiento de la masa (aspecto económico) y la calidad del producto final. Cuanto más alto es el índice de absorción, más alto es la absorción de agua de la masa.

2. El Índices de amasado

El volumen, la formación de la miga (la incorporación de aire durante el amasado), la textura de la miga, su resiliencia, están influenciados por el proceso de amasado. Cuanto más alto es el Índice de amasado, más estable es la masa durante el amasado.

3. El Índice gluten+

Un índice Gluten bajo traducirá una gran caída de viscosidad durante esta fase. En lo contrario un índice Gluten alto resaltará un buen mantenimiento de la estructura proteica, supuestamente debido al gran número de enlaces de hidrógeno. Cuanto más alto es el índice Gluten, más resistente a la presión (amasado y calentamiento) será el gluten.

4. El Índice de Viscosidad

Cuando la temperatura alcanza más de 50 – 60°C la viscosidad de la masa aumenta muy rápido al compás del almidón que gelatiniza y de las proteínas que polimerizan. El índice de viscosidad queda en la fase donde muchos parámetros fisicoquímicos y bioquímicos trabajan juntos. En este momento, la proteína ya no impacta y el agua migra desde la proteína hacia el almidón.

El principal sistema bioquímico está basado sobre el dúo almidón/amilasa. La viscosidad máxima (pico de viscosidad) dependerá de 2 factores interdependientes: la gelatinización del almidón y los exógenos y endógenos ataques de enzimas amilasas. Cuanto más alto es el Índice, más viscosa será la masa enfrentando el calentamiento.

5. El Índice amilásico

La actividad amilásica es muy bien conocida en la química de cereales. La amilasa es una enzima que degrada el almidón. Hay dos principales amilasas en el trigo: las α amilasas y las β amilasas.

El proceso es el siguiente:

Almidón dañado + H₂O + amilasas → Dextrinas + Maltosa + glucosa

El índice amilásico será alto con una baja actividad amilásica (hipo diastásica) mientras que un bajo índice demostrara una actividad amilásica importante (hiperdiastásica). Un índice de 5 es para un trigo que no tiene una gran actividad diastásica, alrededor de 3-4, esta aconsejado de tener cuidado, y por debajo de 2 la muestra está por seguro hiperdiastásica.

6. El Índice de retrogradación

El almidón tiene un papel crítico en el endurecimiento del pan. Cuando los panes bajan de temperatura después de la cocción, eso le da su firmeza a la miga. Cuánto más alto sea la retrogradación más alto será el índice de retrogradación. Un Índice bajo determina una larga vida útil para el pan. (**Chopin Technologies, 2011**).

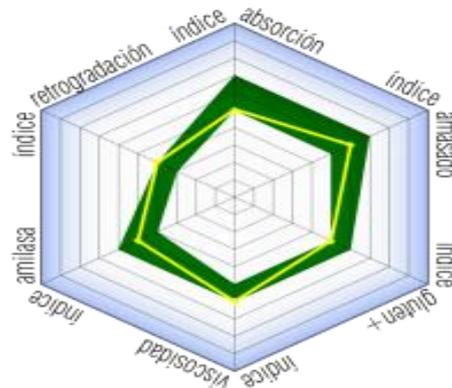


Figura N°4: Curva tipo del Mixolab Profiler

Fuente: Chopin Technologies. 2006.

2.5.2.5.2 Evaluación de la textura

Según Bourme, M. C., (1982), la textura incluye un número de sensaciones físicas diferentes, siendo más conveniente utilizar el término “propiedades texturales” que “textura”. Las propiedades texturales de un alimento son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material, se perciben por el sentido del tacto, se relacionan con la deformación, desintegración y flujo por la aplicación de una fuerza, y se miden objetivamente como una función de masa, tiempo y distancia.

2.5.2.5.2.1 Texturometro

El texturometro es un equipo que permite medir la textura del pan y productos de textura suave como productos de bollería, cakes, muffin, etc., apreciar la firmeza, suavidad, succulencia, resistencia a la masticación, fibrosidad de los productos comestibles. Este equipo ha sido diseñado para su uso con el analizador de la textura CT3 y un Windows 2000 o superior del sistema operativo. Recoge los datos del analizador de textura y le permite guardar, visualizar, impresos, trazado, y se analiza.

El Analizador de Textura CT3 puede realizar pruebas de: compresión, APT o tensión.

En un **test de compresión**, la muestra es situada entre la sonda y la sujeción inferior, y la sonda se mueve hacia abajo, presionando sobre la muestra. Los datos resultantes pueden usarse para cálculos como Dureza y Fracturas .

La prueba de APT es un test de compresión especializado en el que algunas opciones, se han configurado conforme al método de análisis de perfil de textura. Algunos cálculos (como la cohesividad) solo son válidos si se usa el método de test APT. Este procedimiento trata de simular las condiciones con que se encuentra un alimento en la boca.

Dureza

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

Definición Matemática: Valor máximo de carga del ciclo de compresión.

Requerimientos del test: Tipo de Test APT o Compresión.

En un test de tensión, la muestra se sujeta a las sujeciones superior e inferior, y la sujeción superior se mueve hacia arriba, tirando de la muestra. Los datos resultantes pueden ser usados para varios cálculos de tensión .

Pico Carga

Definición Sensorial: La fuerza que se requiere para romper un alimento.

Definición Matemática: El valor máximo de carga alcanzado durante el test de tensión medida en Dyn/cm².

Requerimientos del test: Test de Tensión.

Un analizador de textura puede ser usado para:

- Imitar la acción humana de comer un alimento mediante la imitación de las condiciones a las cuales el alimento está sujeto en la lengua y el paladar.
- Para obtener datos que sean representativos. Los resultados obtenidos con el equipo deben ser correlacionados con análisis sensoriales similares. **(Manual Texture Analyzer Pro CT3, 2011)**²³

2.5.2.6 Análisis microbiológico

Un criterio microbiológico para alimentos define la aceptabilidad de un proceso, producto o lote de alimentos basándose en la ausencia o presencia o el número de microorganismos y/o la investigación de sus toxinas por unidad de masa, volumen o área.

Ashbolt, (2001)², menciona la calidad microbiológica de los alimentos es fundamental, por que influye en su conservación y vida de anaquel y, sobre todo, porque los microorganismos presentes en ellos pueden ser causantes de ETAS.

2.5.2.6.1 Recuento Total

Según Paredes (2000)⁴⁵. El recuento de aerobios mesó filos indica el grado de contaminación de una muestra, es decir representan un aspecto general de la calidad bacteriológica de los productos. Una cifra excesivamente alta puede significar una contaminación demasiado fuerte a lo largo de la fabricación del alimento.

2.5.2.6.2 Mohos y levaduras

Ashbolt, (2001)², menciona los hongos y las levaduras se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente, se dispersan fácilmente por el aire y el polvo. Ciertas especies de hongos y levaduras son útiles en la elaboración de algunos alimentos, sin embargo pueden ser causantes de la descomposición de los mismos. Debido a su crecimiento lento y a su baja competitividad, los hongos y levaduras se manifiestan en los alimentos donde las condiciones no favorecen el crecimiento bacteriano, por ejemplo; pH ácido, baja humedad, alto contenido de sales o carbohidratos, baja temperatura de almacenamiento, presencia de antibióticos u otros bacterianos.

2.5.2.6.3 Staphylococcus aureus

Paredes (2000)⁴⁵, indica *S. aureus* es un microorganismo anaerobio facultativo, aunque crece mejor en aerobiosis. Muestra un buen desarrollo a concentraciones de NaCl, superiores al 10%, características que se aprovecha para su aislamiento, produce intoxicación alimentaria de carácter toxigénico. Este microorganismo produce enterotoxinas, que actúa a niveles del tubo digestivo produciendo náuseas, vómitos y diarreas. Estos síntomas aparecen a las pocas horas de haber ingerido el alimento contaminado.

2.5.2.7 Vida útil

Según Duran (2010)⁵². Es el tiempo que tiene un alimento antes de ser declarado no apto para consumo humano. La técnica está basada en un método acelerado por incremento de temperatura. Se fundamenta en la sucesión de reacciones químicas de los alimentos, muchas de ellas son motivos de deterioro.

Indicadores:

Para poder evaluar el tiempo de vida útil será necesario definir un indicador de calidad. Este indicador está variando en función del tiempo.

Los siguientes indicadores son:

- a) Físicos la dureza del producto.
- b) Químicos como va evolucionando la oxidación de la materia grasa.
- c) Biológicos, de incremento de microorganismos.
- d) Pruebas sensoriales, evaluar olor, color, textura.

Brody A. L., (2003)⁶, en la revista Food Technology, dice para predecir la Vida Útil de un producto es necesario en primer lugar identificar y/o seleccionar la variable cuyo cambio es el que primero identifica el consumidor meta como una baja en la calidad del producto por ejemplo, en algunos casos esta variable puede ser la rancidez, cambios en el color, sabor o textura, pérdida de vitamina C o inclusive la aparición de poblaciones inaceptables de microorganismos.

2.5.2.7.1 Modelo matemático

Labuza T. P., (1982)²², indica en el crecimiento microbiano es necesario analizar la cinética de la reacción asociada a la variable seleccionada, que depende en gran medida de las condiciones ambientales. Es importante recalcar que la Vida Útil no es función del tiempo en sí, sino de las condiciones de almacenamiento del producto y los límites de calidad establecidos tanto por el consumidor como por las normas que rigen propiamente los alimentos. Considerando que la cinética que se obtienen de los resultados microbiológicos es de primer orden.

Para el cálculo nos basaremos en la ecuación (3.4) presentada por Labuza (1982).

$$\ln N = \ln N_0 + k_g t$$

Donde:

Ln N = valor final de ln UFC/cm².

Ln N₀ = valor de "a" de la ecuación.

k_g = valor de "b" de la ecuación.

t = Tiempo de vida útil.

FORMULACIÓN DEL PAN TIPO “MUFFIN”

Ingredientes de la pre-mezcla a emplearse en la elaboración.

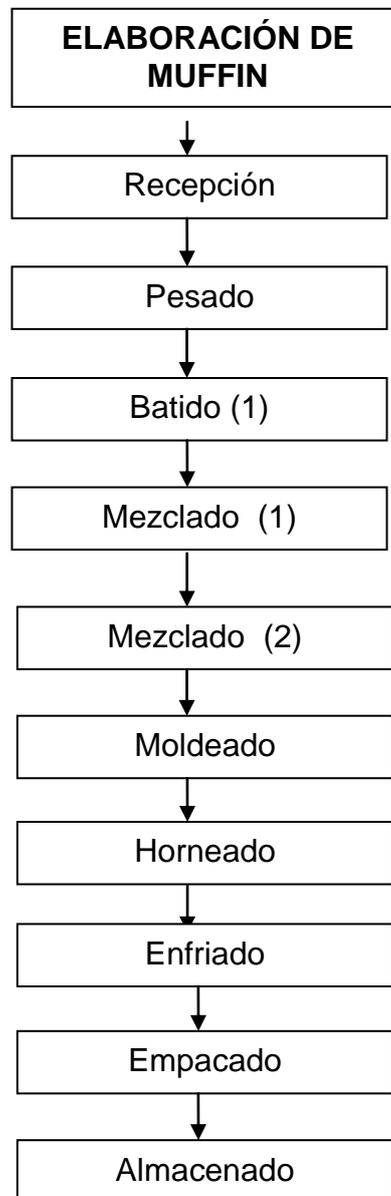
Cuadro N° 9: Porcentaje en el que están contenidos los ingredientes que conforman el Muffin objeto del presente estudio.

Ingredientes	Porcentaje (%)	Cantidad (gr)
Harina	100	100
Azúcar	60	60
Margarina	60	60
Sal	0.5	0.5
Huevos	70	70
Polvo de hornear	2	2
Leche	40	40 ml.
Esencia de vainilla	0.5	0.5 ml
Enzima alfa amilasa	-	ppm

Fuente: *FLEISCHMANN, 1999.*

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo, 2012*

Diagrama de Flujo



Elaborado por: *Hipatia Ronquillo, 2012*

Diagrama de proceso

Recepción: Se recibe la materia prima en las debidas condiciones de higiene y calidad sensorial y organoléptica basados en las norma INEN para cada uno de los ingredientes (Azúcar INEN 0260, leche INEN 0010, mantequilla INEN 0161, huevos INEN 1973, sal INEN 0057 y harina de trigo INEN 0616)

Pesado: Todos los ingredientes según la formulación indicada anteriormente.

Batido (1): Batir en la batidora el azúcar y la mantequilla hasta que presente una coloración blanca (cremar).

Mezclado (1): Se mezcla en un recipiente todos los ingredientes sólidos (harina, sal, polvo de hornear, enzima).

Mezclado (2): Se incorpora la mezcla (1) en el batido (1) hasta tener una mezcla homogénea.

Añadido: Se añade la leche, las claras de los huevos batidas a punto de nieve y la esencia de vainilla en la mezcla (2), se sigue batiendo hasta obtener una masa homogénea, también se añade gotitas de chocolate.

Moldeado: En un molde para Muffin de 5 cm de diámetro por 3 de alto colocar capillos y vaciar la mezcla hasta la mitad.

Horneado: A 180°C durante 35 a 45 minutos (o hasta que al pinchar el bizcocho con un palillo, éste salga totalmente seco). Se desmolda y se deja enfriar.

Enfriado: Una vez sacado del horno se deja enfriar hasta que estén a una temperatura cercana a los 15-18°C.

Empacado: Una vez alcanzada la temperatura del paso anterior, guardar los muffin en fundas plásticas.

Almacenado: A temperatura ambiente conservarlos en un lugar seco y fuera del alcance de los rayos del sol.

2.6. HIPÓTESIS

Hipótesis nula:

H₀: La adición de distintas concentraciones de enzima α -amilasa, en los diferentes tipos de harina de trigo no dan igual calidad del pan tipo "muffin".

Hipótesis alternativa

H₁: La adición de distintas concentraciones de enzima α -amilasa, en los diferentes tipos de harina de trigo si dan igual calidad del pan tipo "muffin".

2.7. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variable Independiente: Adición de enzimas α -amilasas [concentración en (ppm)].

Variable Dependiente: Calidad del pan tipo muffin.

Unidad de observación: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Términos de relación: La, influye, directamente, en, el, del, pan, tipo, muffin.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

El trabajo investigativo tiene el enfoque cuantitativo y cualitativo, cualitativo por que interviene el investigador y todas las personas relacionadas con la aceptación o rechazo de la inexistente utilización de enzimas en la elaboración de pan tipo “muffin” y cuantitativo por que se obtienen datos que se utilizara para los tratamientos estadísticos.

Los datos obtenidos en este estudio se interpretaron mediante análisis estadísticos mismos que fueron procesados con el paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS 7. Este es un programa que permite realizar cálculos complejos, presenta gráficos para un mejor análisis, permite ver el grado de distribución de los datos, análisis de hipótesis nula y alternativa. Además permite conocer el o los tratamientos que tienen mayor aceptabilidad, logrando así seleccionar la mejor concentración de adición de enzimas en el pan tipo “muffin”.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se empleó las siguientes modalidades de investigación:

Abril V., (2009)¹, **Investigación bibliográfica – documental:** Tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir

diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos (fuentes primarias), o en libros, revistas, periódicos y otras publicaciones (fuentes secundarias). Como información bibliográfica para desarrollar la presente investigación se la tomará de libros, proyectos, tesis e internet.

Investigación experimental o de laboratorio: Es el estudio en que se manipula ciertas variables independientes para observar los efectos en las respectivas variables dependientes, con el propósito de precisar la relación causa – efecto. Realiza un control riguroso de las variables sometidas a experimentación por medio de procedimientos estadísticos.

En el presente trabajo investigativo contiene un diseño experimental que relaciona las variables dependiente e independiente, dicho diseño se lo lleva a cabo en el laboratorio de la UOITA, a través de técnicas e instrumentos estadísticos se procedió al procesamiento de los datos para llegar a obtener resultados para ser interpretados.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación aplicado en esta investigación fue:

Exploratorio: se estudiará el efecto de las enzimas en la mezcla de la harina de trigo, mediante determinaciones físico – químicas, que se emplea en la industria panificadora.

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

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

La presente investigación tiene como población a los cereales (trigo nacional e importado) y las enzimas (alfa amilasa) empleadas en panificación. Para la evaluación sensorial del pan tipo muffin se consideró como población a los estudiantes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

3.4.2 Muestra

De la población de los cereales y las enzimas empleadas en panificación se han seleccionado:

Harina de cereales:

- Trigo importado (*Triticum durum*) de Industrias “Catedral”.
- Trigo nacional (*Triticum vulgare*).
- Pastelera Santa Lucia.

Utilización de enzimas

La enzima alfa amilasa fungal empleada en panificación a emplearse fue adquirida de la empresa Granotec.

i. Diseño Experimental:

Se utilizó un diseño experimental A*B, donde las variables son: tipo de harina de trigo y concentración de las α – amilasas, teniendo 12 tratamientos, se trabajó con un replica dando un total de 24 tratamientos.

Saltos H. A., (1993)³³, dice en un diseño experimental A*B se entiende como **a** es el número de niveles del factor **A**, y **b** es el número de niveles del factor **B**, en el experimento se requerirán **a*b** tratamientos por replicación. El diseño a aplicar se basa en el siguiente modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + R_k + E_{ijk}$$

Donde

μ = efecto global

A_i = efecto i – esimo nivel del factor A: $i=1, \dots, a$

B_j = efecto i – esimo nivel del factor B: $j=1, \dots, b$

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

R_k = efecto de las réplicas, $K= 1, \dots$

E_{ijk} = residuo o error experimental

Factor A: tipo de harina de trigo

a_0 : Harina de trigo nacional

a_1 : Harina de trigo importado

a_2 : Harina pastelera

Factor B: concentración de α -amilasa (ppm)

b_0 : 70 (ppm)

b_1 : 80 (ppm)

b_2 : 90 (ppm)

b_3 : 100 (ppm)

Tabla N° 1: Combinaciones de los factores A y B

Combinaciones	Factor A (Tipo de harina)	Factor B (Concentración de enzima alfa - amilasa)
a_0b_0	Harina de trigo nacional	70 ppm
a_0b_1	Harina de trigo nacional	80 ppm
a_0b_2	Harina de trigo nacional	90 ppm
a_0b_3	Harina de trigo nacional	100 ppm
a_1b_0	Harina de trigo importado	70 ppm
a_1b_1	Harina de trigo importado	80 ppm
a_1b_2	Harina de trigo importado	90 ppm
a_1b_3	Harina de trigo importado	100 ppm
a_2b_0	Harina pastelera	70 ppm
a_2b_1	Harina pastelera	80 ppm
a_2b_2	Harina pastelera	90 ppm
a_2b_3	Harina pastelera	100 ppm

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012

Las respuestas experimentales físico – químicas fueron:

pH. Para la determinación del pH del pan tipo muffin se utilizó un pH metro OAKLON. INEN 378

Acidez. El método empleado fue el de titulación valorado con hidróxido de sodio 0.1 N la acidez se expresó referente al ácido predominante en los productos de panificación (ácido láctico). INEN 381.

Textura. Para medir la textura del pan y productos de textura suave como productos de bollería, cakes, muffin, etc., se empleó el Texturometro Brokfield CT3.

Análisis en el Mixolab (comportamiento de la masa). En este análisis se utilizó el equipo Mixolab System Chopin, permite obtener información completa sobre el comportamiento de los diferentes componentes de las harinas (almidón, proteínas, agua) y también el efecto de los componentes menores como fibras, lípidos, y enzimas.

El análisis sensorial (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad) se realizó a los 12 tratamientos. Una vez elaborado el pan tipo muffin se realizó las respuestas experimentales físico – químicas, los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente y se determinó el mejor tratamiento.

3.4.4 En el mejor tratamiento se efectuó:

Análisis sensorial (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad). Análisis de Vida útil del pan tipo “muffin”, basados en análisis microbiológico, Recuento total, mohos y levaduras; Staphylococcus áureos. Basados en la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería. RM N° 1020-2010/MINSA. Lima– Perú 2011.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 Operacionalización de la variable independiente: Adición de enzimas α -amilasas [Concentración en (ppm)].

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>La adición de enzimas α-amilasas [Concentración en (ppm)] se conceptúa como:</p> <p>Cantidades conocidas de aditivos y coadyuvantes que al ser agregados en la harina mejoran las cualidades panarias.</p>	<p>Concentración de enzima a emplear</p> <p>“Muffin” con adición de enzima α-amilasas</p>	<p>α-amilasas 70 (ppm) 80 (ppm) 90 (ppm) 100 (ppm)</p> <p>pH. Acidez. Textura</p>	<p>¿Cuál es la mejor concentración de α-amilasas para elaborar pan tipo “muffin”?</p> <p>¿La adición de enzimas afecta la calidad de la masa?</p>	<p>Requisitos de la harina de trigo.</p> <p>Diseño factorial A*B.</p> <p>Análisis físicos y químicos.</p>

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012

3.5.2 Operacionalización de la variable dependiente: Calidad del pan tipo muffin.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Calidad del pan tipo muffin se conceptúa como:</p> <p>Conjunto de cualidades sensoriales (sabor, olor, color, textura y aceptabilidad), microbiológicas y físico - químicas; que le hace aceptable al pan tipo muffin al consumidor.</p>	Aspectos sensoriales	<p>Olor</p> <p>Sabor</p> <p>Color</p> <p>Textura</p> <p>Aceptabilidad</p>	¿Permite evaluar la calidad del producto terminado?	Método tradicional de pruebas sensoriales.
		Presencia de microorganismos	¿La presencia de microorganismos presentes afecta la calidad del muffin?	Análisis microbiológico

Elaborado por: Hipatia Ronquillo, 2012

3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las técnicas de recolección de información que se utilizó en el presente trabajo son las evaluaciones sensoriales, los análisis físico-químicos y microbiológicos.

Los instrumentos de recolección de información que se utilizó son el cuaderno de notas y las hojas de evaluación sensorial.

3.7 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

3.7.1 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para evaluar la información, se emplea el programa de Excel, en el que se analizó las tablas y resultados obtenidos durante la fase experimental. Para el análisis de las propiedades físico - químicas del “muffin”, evaluación sensorial, se empleó el paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

3.7.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis.

Interpretación de los resultados con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente. Comprobación de hipótesis.

Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron análisis físico – químicos: pH, acidez, humedad, textura (Texture Analyzer Pro CT3), el comportamiento de la masa en el Mixolab se encuentran en el Anexo A, sus respectivos análisis estadísticos se indica en el Anexo D.

En el Anexo B se indica el análisis sensorial del pan tipo muffin (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad) y el análisis estadístico se indica en el Anexo D-7. Se aprecian en el Anexo E los gráficos elaborados con los resultados obtenidos durante la fase experimental.

El recuento microbiológico del mejor tratamiento del pan tipo muffin almacenado a temperatura ambiente recuento total (aerobios mesófilos), mohos y levaduras y **Staphylococcus aureus** se encuentran en el anexo C; el tiempo de vida útil y el análisis de digestibilidad del pan tipo muffin (mejor tratamiento) se puede ver en el Anexo F. El análisis de costo del producto elaborado se presenta en el Anexo G.

Los gráficos obtenidos en la experimentación, presentados por el Equipo Mixolab System y el Texturometro Brookfield se presentan en el Anexo E.

En el Anexo H podemos ver las fotografías de la realización de la fase experimental de la tesis; mientras que las normas empleadas en la realización de este proyecto se manifiestan en el Anexo I.

4.1, ANÁLISIS EN EL MIXOLAB STANDARD CHOPIN

Clair L., (2009)⁴², dice este análisis permite la caracterización de las harinas (proteínas, almidón, enzimas) en una sola prueba determinando factores como: desarrollo de la masa, debilitamiento de proteínas, gelatinización, actividad amilásica y retrogradación.

Los resultados correspondientes al comportamiento de la masa son: índice de absorción, índice de amasado, índice de gluten, índice de viscosidad, índice amilásico e índice de retrogradación se encuentra en el Anexo A –3, Tabla A –2. El análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple Tukey se hallan en el Anexo D–1 para cada una de las características que analiza el equipo. Las figuras obtenidas de este análisis se encuentran en el anexo E.

4.1.1 Índice de Absorción de agua:

El potencial de hidratación de las harinas se ve reflejado en su capacidad de absorber agua hasta formar una masa viscoelástica, nos da una idea de cuánto va a rendir la harina en la producción del pan a mayor absorción de agua, mayor rendimiento. Calidad que se encontró en el tratamiento a₁b₀ (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) con valor de 8, el almidón dañado y la humedad de la muestra, influyen de manera directa en la absorción de agua. Según Pazmiño y Salvarria (1982)²⁶, el almidón dañado es el gran responsable de las diferencias de absorción de agua, propiedades de manipulación de la masa, producción de azúcares y aflojamiento durante la fermentación.

4.1.2. Índice de Amasado

Rodríguez et al, (2005)³⁰, indica que el comportamiento durante el amasado es una característica que indica la resistencia de la masa a dicho proceso. A niveles intermedios de humedad y con agitación continua el sistema agua harina se vuelve menos húmedo y pegajoso, constituyéndose en una masa cohesiva y elástica. Al mezclar por largos periodos, la masa se vuelve

más resistente a la extensión, lo cual se conoce como el desarrollo completo de la masa.

La variación de los índices de amasado de las harinas se debe principalmente a la cantidad de gluten; puesto que a mayor cantidad de la proteína provoca mayor resistencia a la acción de amasado.

El tratamiento a₁b₀ (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) presenta un índice de 2.5.

4.1.3. Índice de Gluten +

Según Carceller y Aussenac, (1999)⁹. El índice de gluten da una idea de la fuerza de las proteínas, este índice se refiere a la calidad de la proteína y no a la cantidad. Está claramente establecido que los principales componentes que determinan la calidad panadera del trigo son las proteínas formadoras de gluten, estas proteínas son la gluteninas y gliadinas. Se considera que las gliadinas le dan extensibilidad y viscosidad a las masas, mientras que las gluteninas le dan elasticidad y fuerza.

Según el análisis estadístico se determinó el mejor tratamiento a₁b₀ (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) presentando valores entre 2 y 3, se diría que la calidad de la proteína no es buena.

4.1.4. Índice de Viscosidad y Amilasas

Calaveras J., (1996)⁸, dice la influencia de la actividad amilásica es de gran importancia en las características de la miga del pan. La alfa amilasa disminuye rápidamente la viscosidad de la masa del almidón gelatinizando e hidrolizando el almidón (55-65°C), es decir en su inicio y la inactivación de las enzimas durante el proceso de cocción (75°C) es factor determinante para la calidad de la miga del pan.

El mejor tratamiento a₁b₀ (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) presenta valores de 6 de Índice en viscosidad es decir la masa enfrentado al calentamiento no es tan viscosa además. La actividad amilásica es baja, menos fuerte presentando índices entre 8 y 9.

4.1.5. Índice de Retrogradación

Chopin Technologies, (2011)¹⁴, menciona el índice de retrogradación determina el tiempo de vida útil del producto. Según Calaveras, (1996)⁸. Los cambios físicos que acompañan a al retrogradación del almidón han sido propuestos como la principal causa de endurecimiento del pan.

El mejor tratamiento a₁b₀ (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) con un valor de 7 por lo tanto el producto a elaborarse no tendrá un tiempo de vida útil prolongado.

4.2. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS

Se realizó los análisis físico – químicos con la finalidad de obtener el mejor tratamiento basándose en un diseño experimental A*B (3*4 = 12), los datos obtenidos se analizó mediante el empleo del paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0, los análisis también se efectuó en los productos elaborados únicamente con harina de trigo empleando como patrones.

4.2.1 Determinación de pH

El pH expresa la acidez real de un alimento y es un factor importante ya que está relacionado con la resistencia al desarrollo de microorganismos indeseables, color, sabor, potencia redox y otros factores. El pH de los alimentos es uno de los principales factores que determina la supervivencia y crecimiento de los microorganismos durante el proceso, el almacenamiento y la distribución.

Los valores de pH obtenidos se muestran en el Anexo A –3, en las tablas A 3.1 y 3.2. El análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple Tukey se expone en el Anexo D–2.

Al analizar estadísticamente mediante el empleo del paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0, se obtuvo como mejor tratamiento a_1b_0 (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa), el análisis de varianza se detalla en el Anexo C, además se presentan los valores de pH para la muestra patrón (Harina de trigo sin enzima).

4.2.2 Determinación de Acidez

La acidez titulable es una medida de cambios de concentración de ácidos orgánicos del alimento. El ácido predominante en productos de panificación es el ácido láctico, por lo tanto la acidez se expresa en % de ácido láctico. En el Anexo A–3, Tabla A 3.3 y 3.4 se presentan los valores obtenidos de acidez expresado en porcentaje de ácido láctico. Mientras que el análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple Tukey se reporta en el Anexo D–3.

Con el empleo del paquete estadístico STATGRAPHICS 7 se estableció que el mejor tratamiento es a_0b_3 (harina de trigo nacional + 100ppm de enzima alfa amilasa) presentando un valor de 0.02 % ácido láctico, mientras que la muestra control (patrón) tiene un valor de 0.046; este tipo de productos tiene un límite máximo de 0.70 % ácido láctico entonces la acidez de este producto se encuentra dentro de los límites establecidos en la norma.

4.2.3 Determinación de Humedad

El límite máximo de humedad para este producto es del 40% en el Anexo A – 3, en las tablas A 3.5 y 3.6 se indican los datos obtenidos una vez realizada la humedad mediante el utilización de la balanza infrarrojo para este análisis se emplea 3 gramos de muestra. En el Anexo D–4 se halla el análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple Tukey.

Se selecciono como mejor tratamiento a_1b_0 (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) presentando una humedad de 19.77, se escogió este tratamiento una vez realizado la prueba de comparación múltiple Tukey a un nivel de significancia del 0.05%. La muestra patrón presenta un valor de 20.42%.

4.2.4 Determinación de Textura (Texture Analyzer Pro CT3)

En el Manual Texture Analyzer Pro CT3, (2011)²³, se indica que la Asociación Americana de Químicos y Cereales (AACCC) ha desarrollado un método estándar para evaluar la firmeza del pan basada en la deformación, que es la fuerza para comprimir una muestra de pan a una distancia y carga específica, simula suave compresión causada por el consumo a la hora de seleccionar el pan en el mercado.

Según De La Llave A., (2004)¹⁵, la firmeza del pan es un indicador de frescura y esta se ve afectada por el envejecimiento, dando lugar a cambios en los componentes principales como almidones, proteínas, lípidos y agua. La firmeza se define como la fuerza requerida para comprimir al producto una distancia determinada.

El análisis de textura se realizó en los 12 tratamientos después del horneado en los cuales se determinó el ciclo de dureza (gr) y pico presión (dy/cm²) para cada una de las muestras una vez que el producto haya llegado a 15 – 18 °C. Los resultados obtenidos se encuentran en el Anexo A-4, en las tablas A 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4, mientras que en el Anexo D-5 y D-6 encontramos el análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple Tukey.

4.2.4.1 Ciclo de Dureza (gr)

El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante el empleo del paquete estadístico STATGRAPHICS 7 estableciendo el mejor tratamiento para dureza (ciclo de dureza gr) el a_2b_0 (harina pastelera + 70 ppm de enzima alfa

amilasa) debido a que presenta menor dureza 159.5 g fuerza una vez salido del horno (producto frio).

4.2.4.2 Pico Presión (dy/cm²)

Lo mismo sucede con pico presión (dy/cm²) el mejor tratamiento el a₂b₀ (harina pastelera + 70 ppm de enzima alfa amilasa) con 31865 dy/cm² una vez salido del horno se espero que se enfrié para proceder a la medición de la textura.

4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS SENSORIALES

Una vez elaborado el producto se realizó un análisis sensorial para determinar la aceptabilidad del producto, para lo cual se evaluaron atributos de calidad como: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad se realizó a 20 catadores calificados para el análisis de los 12 tratamientos se aplicó un diseño de bloques incompletos de manera aleatoria con cinco replicas para cada tratamiento, se explica detalladamente en el Anexo B-1, se representó los datos mediante una escala hedónica de 1(muy desagradable) a 5 puntos (gusta mucho) para los atributos sensoriales. Al momento de analizar los datos en el programa Excel se encontró diferencia en el Olor y la Aceptabilidad encontrándose como mejor tratamiento según la degustación de los catadores a₁b₀ (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) basándose en los puntos representados en la escala hedónica. El análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple Tukey se hallan en el Anexo D-7.

4.3.1 Característica Olor

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

Se escogió como mejor tratamiento a_1b_0 (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) a los catadores les gusto este tratamiento.

4.3.2 Característica textura

Según Saltos H. A. (2010), esta característica organoléptica tiene que ver con las sensaciones que se manifiestan a través del tacto o la tensión. La percepción se hace con la mano y la boca, por la resistencia y consistencia a la masticación respectivamente. Los datos obtenidos se detallan en el Anexo B-1, el análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple Tukey se hallan en el Anexo D-7.

4.3.3 Característica sabor

Bennion (1969), establece el sabor no es una cualidad que se puede estandarizar pues cada zona o región tiene sus ideas y preferencias propias. Algunas personas prefieren un sabor dulce en el pan, otros aprecian el sabor neutro que tiene el pan corriente producido en una fabrica sin embargo siempre debe ser característico, agradable y no acido.

4.3.4 Característica Aceptabilidad

En la evaluación sensorial los catadores encontraron diferencia significativa en esta característica de calidad se empleo la prueba de comparación múltiple Tukey a un nivel de significancia del 0.05% encontrándose como mejor tratamiento a_1b_0 (harina de Trigo Importado + 70ppm de enzima alfa amilasa).

4.4 Degustación del producto

Para escoger el mejor tratamiento se realizó un análisis sensorial dirigido a un panel de 20 catadores calificados se aplicó un diseño de bloques completos con dos replicas. Una vez analizado los datos obtenidos del análisis sensorial mediante el empleo del paquete estadístico STATGRAPHICS 7 y la

prueba de comparación múltiple Tukey se concluyó que el mejor tratamiento es a_1b_0 (harina de Trigo Importado + 70ppm de enzima alfa amilasa) y los resultados del análisis físico – químicos se estableció que el mejor tratamiento es a_0b_3 (harina de Trigo Nacional + 100ppm de enzima alfa amilasa). Para la degustación se trabajó con 3 tratamientos, producto comercial (INACAKE de INALECSA) y los dos mejores tratamientos (a_0b_3 y a_1b_0) obtenidos del análisis sensorial y de los análisis físico – químicos. El análisis de varianza se encuentra en el Anexo D–8, mientras que los resultados representados en la escala hedónica de los catadores podemos identificarlos en el Anexo E–4.

Los resultados obtenidos de la catación se representó mediante una escala hedónica de 1(muy desagradable) a 5 puntos (gusta mucho) para los atributos sensoriales. El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante el empleo del paquete estadístico STATGRAPHICS 7, encontrándose como mejor tratamiento a_1b_0 (Harina Trigo Importado + 70ppm de enzima alfa amilasa) en el atributo de textura y aceptabilidad.

4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Ashbolt, (2001)², menciona la calidad microbiológica de los alimentos es fundamental, por que influye en su conservación y vida de anaquel y, sobre todo, porque los microorganismos presentes en ellos pueden ser causantes de ETAS.

FDA., (1998), las consecuencias de la perdida de la calidad por acción de los microorganismos suponen un riesgo para el consumidor debido a la posible presencia de toxinas o microorganismos patógenos, además de las pérdidas económicas causadas por su alteración.

Se realizó siembras en cajas Petri basados en el método de profundidad empleando como sustrato a los siguientes agares: PCA (Recuento Total Bacterias), PDA (Mohos y levaduras) y Manitol Sal (**Staphylococcus aureos**). Se trabajo por duplicado se sembró dos veces a la semana, la muestra del mejor tratamiento (a_1b_0) fue almacenada a temperatura ambiente para poder identificar si hay presencia de microorganismos o algún otro factor que afecten

la calidad del producto. Los datos obtenidos de calidad microbiológica mejor tratamiento (a_1b_0) se identifican en el Anexo C.

4.5.1 Recuento Total Bacterias (PCA)

Según Paredes (2000) ⁵⁴. El recuento de aerobios mesófilos indica el grado de contaminación de una muestra, es decir representan un aspecto general de la calidad bacteriológica de los productos. Una cifra excesivamente alta puede significar una contaminación demasiado fuerte a lo largo de la fabricación del alimento.

Los cambios del contenido de microorganismos mesófilos durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente del pan tipo muffin del mejor tratamiento (a_1b_0), se hallan en el Anexo C-1, Tabla C-1.1.

4.5.2 Mohos y levaduras (PDA)

Ashbolt, (2001)², menciona los hongos y las levaduras se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente, se dispersan fácilmente por el aire y el polvo. Ciertas especies de hongos y levaduras son útiles en la elaboración de algunos alimentos, sin embargo pueden ser causantes de la descomposición de los mismos. Debido a su crecimiento lento y a su baja competitividad, los hongos y levaduras se manifiestan en los alimentos donde las condiciones no favorecen el crecimiento bacteriano, por ejemplo; pH ácido, baja humedad, alto contenido de sales o carbohidratos, baja temperatura de almacenamiento, presencia de antibióticos u otros bacterianos. Son útiles como grupo indicador, para evidenciar el grado general de contaminación en alimentos.

El contenido de microorganismos mohos y levaduras durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente del pan tipo muffin del mejor tratamiento (a_1b_0), se hallan en el Anexo C-1, Tabla C-1.2.

4.5.3 Staphylococcus áureos (Manitol Sal)

Paredes (2000)⁵⁴, indica la principal fuente de contaminación de los alimentos se encuentra en los manipuladores. Este microorganismo se localiza en la nariz, piel, pelo o lesiones. El 50% de las personas sanas albergan *S. aureus* en su nasofaringe y al menos un 20% puede producir toxinas. Estas personas contaminan el alimento mediante secreciones nasales, saliva, escoriaciones, partículas de heridas infectadas o al tocar con la mano contaminada al alimento. Los principales alimentos implicados en la intoxicación estafilocócica son leche, carne y sus derivados; pescados, huevos, pasteles y ensaladillas.

Los resultados obtenidos de los microorganismos Staphylococcus aureus durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente en el pan tipo muffin proveniente del mejor tratamiento (a₁b₀) se puede observar en el Anexo C-1, Tabla C-1.3.

4.6 ANÁLISIS DE VIDA ÚTIL

Para el análisis de Vida útil del pan tipo “muffin”, nos basamos en análisis microbiológico, principalmente en los microorganismos más críticos mohos y levaduras UFC/g. Para estimación de cuantas colonias se han desarrollado en el producto con el transcurso del tiempo nos basaremos en la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería (RM N° 1020-2010/MINSA Lima –Perú 2011)

Todo producto horneado al momento de la cocción, en el horno, los microorganismos y esporas de los mismo se mueren debido a las altas temperaturas en que se cocina el producto, pueden sobrevivir aquellas que son termo resistentes, en caso de haber contaminación en estos productos es debido a una contaminación cruzada que pudo efectuarse durante el enfriado, enfundado, etc.

El cálculo de vida útil podemos observar detalladamente en el Anexo F-1; el crecimiento microbiano sigue un orden uno, nos basamos en la ecuación presentada por Labuza (1982).

En el mejor tratamiento a1b0 (harina de trigo importado + 70ppm de enzima alfa amilasa) se efectuó el cálculo de vida útil mediante la ecuación (3.4) basándonos en los microorganismos más críticos de este producto mohos y levaduras UFC/g, obteniéndose un tiempo de 26.7 días que dura este tipo de producto cabe mencionar que no se añadió ningún conservante para evitar que se deteriore.

4.7 DIGESTIBILIDAD Y COSTO DE PRODUCCIÓN

4.7.1 El costo de producción del pan tipo muffin

El cálculo de costo de producción se baso en las 8 horas laborables (1 día de producción) se pueden ver detalladamente en el Anexo G, en el cual se establece que el pan tipo muffin en presentación de 80gr tiene un costo de 0.22 USD\$ y el precio de venta al público de 0.30 SD\$, considerando una utilidad del 35%. Este producto resulta competitivo frente al producto que se expende en el mercado a un costo de 0.50 ctvs. Por lo tanto se debería considerar la posibilidad de elaborara el pan tipo muffin con harina de trigo importado + la adición de enzimas alfa amilasa no solo por reducción de precios sino por que ayuda a alargar el tiempo de vida útil del producto.

4.7.2 El análisis de digestibilidad del pan tipo muffin (mejor tratamiento)

Se realizó el análisis de digestibilidad basado en el método de la AOAC a través del laboratorio WSS (World Survery Services Ecuador S. A.) en la ciudad de Guayaquil los resultados se pueden ver detalladamente en el Anexo F-2.

4.8 VERIFICACION DE HIPÓTESIS

Mediante el análisis estadístico (Razón de Varianza) realizado en la parte experimental se puede indicar las siguientes hipótesis:

Con respecto al tipo de harina se presenta la hipótesis alternativa H_1 que significa todos los tratamientos son iguales, en los siguientes parámetros de análisis: características reológicas en le Mixolab: índice de absorción de agua, amasado, gluten, viscosidad, amilásico y retrogradación; en los siguientes análisis físico – químicos: pH, acidez, humedad; en textura dureza y pico de presión.

Con relación a la cantidad de enzima alfa amilasa añadida se acepta la hipótesis nula H_0 = los tratamientos no son iguales, en las siguientes características reológicas en el Mixolab, índice de absorción de agua, amasado, gluten, viscosidad y retrogradación. En cambio se acepta la Hipótesis alternativa H_1 en los siguientes análisis: pH, acidez, humedad y textura (dureza y pico de presión).

En el análisis sensorial del pan tipo muffin de los diferentes tratamientos se acepta la Hipótesis alternativa H_1 en las siguientes características: color, sabor y textura, mientras que en textura y aceptabilidad se acepta hipótesis nula H_0 . En el Anexo A – 1, en la Tabla A – 4, se muestra con mayor detalle la verificación de la hipótesis.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En este capítulo se detallan las conclusiones de los objetivos propuestos en la ejecución del presente trabajo investigativo.

- Se prepararon varios tratamientos utilizando diferentes niveles de enzima alfa – amilasa (70, 80, 90 y 100 ppm), con tres tipos de harina (harina trigo nacional, harina trigo importado y harina pastelera Santa Lucia), obteniéndose 12 tratamientos, los cuales fueron evaluados mediante análisis físico – químicos, reológicos y sensoriales.
- Luego de haber realizado los análisis del comportamiento reológico en las harinas mezcladas con enzima alfa amilasa se selecciono como mejor tratamiento a_1b_0 (harina de trigo importado+70ppm de enzima alfa amilasa), este tipo de harina presento alta absorción de agua (8), no requiere mucho tiempo de amasado (3); las proteínas formadoras del gluten nos ayudan a identificar la calidad panadera de la harina (3); la masa frente al calentamiento es viscosa (6); presenta una actividad amilásica hiperdiastásica (9); es decir presenta poco contenido de enzima amilasa en la masa. Finalmente el pan tipo muffin no tendrá una larga vida útil (7). Ver detalladamente en el Anexo A, tabla A-3.
- Una vez realizado los análisis físico-químicos del pan tipo muffin se selecciono como mejor tratamiento a_1b_0 (harina de trigo importado+70ppm de enzima alfa amilasa), por que presenta valores de 7.44 en pH; 0.06 % acido láctico, una humedad de 19.77, se encuentran

dentro de los límites establecidos en la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería. RM N° 1020-2010/MINSA. Lima – Perú 2011; en la característica textura presenta una dureza de 305 g fuerza y una presión de 60933 Dy/cm²; es una simulación en que el alimento se encuentra en la boca (sujeto en la lengua y el paladar). En el Anexo A, tabla A-2 se puede observar detalladamente.

- La calidad sensorial del pan tipo muffin, se evaluó mediante el análisis sensorial a los 12 tratamientos con un panel de 20 catadores aplicando un diseño de bloques incompletos. Según la percepción olfativa de los catadores los tratamientos son diferentes estableciéndose como mejor tratamiento a₁b₀ (Harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) presentando un valor de 4.801 para el olor, en aceptabilidad con un valor de 4.40.
- Se realizó un análisis sensorial con los dos mejores tratamientos a₀b₃ (Harina de trigo nacional + 100 ppm de enzima alfa amilasa) mejor tratamiento del análisis físico – químico, a₁b₀ (Harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa mejor tratamiento del análisis sensorial y un producto comercial que se expende en el mercado (INACAKE) aplicando un diseño de bloques completos, seleccionando como mejor tratamiento a₁b₀ (Harina Trigo Importado + 70ppm de enzima alfa amilasa) con valores de 4.4 en aceptabilidad y 3.65 en textura.
- El análisis microbiológico es muy importante para saber con qué cantidad de carga microbiana se está elaborando el producto nos basamos en: Recuento total (155 UFC/g), mohos y levaduras (170 UFC/g), *Staphylococcus aureus* (90 UFC/g), en productos horneados a altas temperaturas se elimina la presencia de microorganismos patógenos solo sobreviven los termoresistentes, por lo que si hay presencia de algunos de ellos se debe a una contaminación cruzada en las etapas posteriores al horneado.

- Se estimó que el costo unitario de producción de un paquete de pan tipo muffin elaborado con harina de trigo Importado con la incorporación de la enzima alfa + amilasa (70ppm), en una presentación de 80g es de 0.22 USD\$ y el precio de venta al público de 0.30 SD\$, considerando una utilidad del 35%.
- Para el cálculo del tiempo de vida útil nos basamos en el análisis microbiológico (mohos y levaduras) en el mejor tratamiento a_1b_0 , se aplicó la ecuación 3.4, obteniéndose un tiempo de 26.7 días

5.2 RECOMENDACIONES

- Se sugiere emplear bajas concentraciones de enzima alfa amilasa ya que estas no producen ningún cambio en las características reológicas de la masa.
- Para escoger el mejor tratamiento por medio de un análisis sensorial se recomienda emplear catadores calificados, evitando de esta manera obtener valores desconfiables al momento de analizarlas.
- Se propone utilizar el propianato de calcio como conservante para evitar la presencia de mohos y levaduras siendo este tipo de microorganismos más crítico para el pan tipo muffin.
- Se recomienda realizar estudios sobre el empleo de enzimas que beneficien al sector panadero, de esta manera se podrá utilizar otro tipo de enzimas que mejoren las características del producto pudiendo emplear un complejo enzimático (mezcla de 2 o más tipos de enzimas) que mejoren las características panaderas de la masa.
- Si el sector panadero decide emplear enzimas en sus productos es relevante implementar programas de capacitación haciendo hincapié en las ventajas y desventajas del por qué utilizar enzimas en sus productos.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 TEMA

“DISEÑO DE UN SEMINARIO TALLER SOBRE LA ELABORACIÓN DE PAN TIPO MUFFIN CON HARINA DE TRIGO IMPORTADO MAS LA ADICIÓN DE ENZIMA ALFA AMILASA”.

6.2 DATOS INFORMATIVOS

Lugar de realización: Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL) y la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).

Provincia: Tungurahua

Cantón: Ambato

Beneficiarios: Panificadores del país y Comunidad Científica.

Duración: 1 día.

Responsable: Egda. Hipatia Ronquillo Gutiérrez, Ing. Eduardo Caicedo M. e Ing. Mónica Silva O.

Costo: 100 USD

6.3 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Miranda R, (2004)⁵⁶, indica de un correcto equilibrio en la acción del alfa y beta amilasas en harinas y en el proceso de panificación depende el resultado de un pan con una miga bien esponjosa y una corteza rojiza.

Según Maton, A. y Col., (1993)⁵⁷. Las enzimas amilasas son empleadas en la fabricación de pan para romper azúcares complejos como el almidón (presente en la harina) en azúcares simples. Las técnicas modernas de elaboración de masas incluyen la presencia de amilasas para facilitar y acelerar estos procesos.

Cortes A., (2004)⁵⁸. Menciona la alfa amilasa se usa para mejorar el valor panificador de harinas. Es de origen fúngico (se obtiene por el crecimiento del micelio del *Aspergillus oryzae*), aunque puede ser menos potente que la bacteriana o de cereales, se puede obtener con baja actividad de proteasa (desdobladora del gluten) y de maltasa, conservándose así la maltosa, esencial para la fermentación. Además tiene efectos significativos sobre los productos panificados. Si el contenido es bajo, habrá baja producción de dextrinas y gas por tanto, un tamaño reducido del pan y un mal color de la corteza.

Las instituciones públicas y privadas, realizan esfuerzos en la búsqueda permanente de nuevas alternativas, que conllevan al bienestar del presente y futuro, aprovechando los avances tecnológicos existentes al momento, como el caso de la elaboración del pan tipo muffin, mediante la utilización de enzimas que aumenta la vida útil, además conservan las características nutricionales y organolépticas del producto.

La tecnología de conservación de alimentos, muchas de ellas se usan desde hace mucho tiempo, protegen a los alimentos (muffin) de la alteración por causa de varios factores, especialmente por microorganismos, sin embargo estos pueden ser inhibidos con el uso de conservantes y un correcto almacenamiento.

6.4 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la industria panadera constituye uno de los principales rubros económicos del país; tanto por la generación de mano de obra directa como indirecta.

Esta investigación tiene mucha **importancia** porque se utiliza enzimas de tipo α -Amilasas que degradan el almidón haciendo que el producto sea más digerible por el organismo humano al obtener productos de mayor volumen y finura, más ligeros, conforme demanda el consumidor.

En este estudio se ha considerado como mejorador de la calidad de la harina de trigo a las enzimas, en panadería las enzimas se han utilizado fundamentalmente para alargar la vida útil de los productos, se emplea específicamente la enzima alfa amilasa porque su acción consiste en transformar azúcares complejos como el almidón presente en la harina en azúcares sencillos.

El pan tipo muffin se caracteriza por ser esponjoso y húmedo por dentro. Estos pastelitos dulces y redondos son muy apetecidos por los consumidores por ser blandos y suaves al paladar básicamente los niños y ancianos. Para su elaboración no se necesita mucho tiempo, se puede hacer artesanalmente en los hogares, este alimento es digerible por que contiene enzima alfa amilasa de origen vegetal que ayuda a que se desdoble de manera más rápida en nuestro organismo.

Por lo expresado, la investigación se orienta a la búsqueda de nuevas alternativas de conservación del pan tipo muffin sin agregar ningún conservante, mediante el empleo de mejoradores como la enzima alfa amilasa, buscando fortalecer el sector panadero.

6.5 OBJETIVOS

6.5.1 Objetivo General

- Diseñar un seminario taller sobre la elaboración de pan tipo muffin con harina de trigo importado más la adición de enzima alfa amilasa”.

6.5.2 Objetivos Específicos

- Elaborar una guía para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la elaboración del pan tipo muffin con la adición de enzima alfa amilasa.
- Dictar el taller en forma teórica y práctica dirigida al sector panadero de la provincia de Tungurahua y a la Comunidad Científica.

6.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La ejecución del taller de enseñanza y aprendizaje se basa en la tecnología de elaboración del pan tipo muffin con la adición de enzima alfa amilasa obtenida de hongo *Aspergillus niger*.

La ejecución involucra implementar una nueva tecnología para la utilización de mejoradores en la elaboración del pan tipo muffin, conjuntamente con procesos de conservación como temperatura ambiente y adicionalmente con el uso de conservantes como propionato de calcio mismo que permitirá que el producto final tenga un tiempo de duración prolongado manteniendo sus características nutricionales y sensoriales.

El análisis de factibilidad es de carácter socio económico, además de ello es de beneficio social, por lo que esta tecnología de elaboración del pan tipo muffin puede ser implementado para pequeños y grandes panificadores,

quienes sabrán aprovechar la materia prima, y obtener un producto nuevo que contenga características físico – químicas, microbiológicas, nutricionales y sensoriales aceptables por los consumidores.

6.7 FUNDAMENTACIÓN

El seminario taller se aplicará con el fin de dar a conocer la importancia de la adición de la enzima alfa amilasa en el pan tipo muffin, este taller estará dirigido en general a todo el sector panadero.

En la guía se explicará sobre: uso de mejoradores, enzimas (ventajas y desventajas) además la tecnología de elaboración del pan tipo muffin mientras que en el taller práctico se realizará en las instalaciones de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).

La guía correspondiente al seminario taller se presenta a continuación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

“DISEÑO DE UN SEMINARIO TALLER SOBRE LA ELABORACIÓN DE PAN TIPO MUFFIN CON HARINA DE TRIGO IMPORTADO MAS LA ADICIÓN DE ENZIMA ALFA AMILASA”.

Por:

Egda. Hipatia Ronquillo Gutiérrez.

Ing. Eduardo Caicedo M.

Ing. Mónica Silva.

AMBATO – ECUADOR

2012

CONTENIDO

I. Presentación

II. Metodología

III. Duración de la capacitación

IV. Costos de la capacitación

V. Responsables

VI. Plan de contenidos

- **Capacitación del módulo**
- **Capacitación por prácticas**

I. Presentación

Popper (2009)⁵⁹ expone que existen dos tipos de alfa amilasa, a continuación se detalla cada una:

Alfa amilasa fungales: este tipo de enzimas permiten aumentar la capacidad fermentativa de la harina.

Alfa amilasas bacterianas modificadas: estas enzimas son capaces de producir azúcares cortos que ayudan a retardar la cristalización del almidón luego del horneado. Mejoran la corteza del pan. Son muy eficientes para aumentar la vida útil del pan empaquetado.

II. Metodología

El proceso de capacitación contempla la participación de los miembros del sector panadero para ejecutar la tecnología de elaboración del pan tipo muffin con la incorporación de enzima alfa amilasa, se llevará a cabo en las instalaciones de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA), de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos en la Universidad Técnica de Ambato, con la duración de 1 día, donde se dictarán clases teóricas y prácticas. Para ello se elaboró una guía que facilite los requerimientos necesarios y exigencias de la elaboración del producto.

Para los talleres de capacitación se empleará la modalidad de taller educativo, interrelacionado la teoría con las exigencias de los participantes, con medios audiovisuales, prácticas demostrativas y una evaluación del producto terminado.

La guía a aplicarse brindará conocimientos teóricos básicos y técnicos a fin de que los participantes puedan entender la importancia de desarrollar un nuevo producto alimenticio que brinde beneficios nutricionales y económicos para los consumidores.

Al finalizar el taller, se tratará de resumir el tema de forma más sencilla, mediante un repaso de la guía con los participantes del seminario taller.

A continuación se detalla la tecnología para la elaboración del pan tipo muffin con la adición de enzima alfa amilasa.

Tecnología de elaboración del pan tipo muffin con la adición de enzima alfa amilasa.

Recepción: Se recibe la materia prima en las debidas condiciones de higiene y calidad sensorial y organoléptica basados en las norma INEN para cada uno de los ingredientes (Azúcar INEN 0260, leche INEN 0010, mantequilla INEN 0161, huevos INEN 1973, sal INEN 0057 y harina de trigo INEN 0616)

Pesado: Todos los ingredientes: azúcar, sal, harina, polvo de hornear, enzima, leche, huevos, margarina.

Batido (1): en la batidora batir el azúcar y la mantequilla hasta que presente una coloración blanca.

Mezclado (1): Se mezcla en un recipiente todos los ingredientes sólidos (harina, sal, polvo de hornear, enzima).

Mezclado (2): Se incorpora la mezcla (1) en el batido (1) hasta tener una mezcla homogénea.

Añadido: Se añade la leche, las claras de los huevos batidas a punto de nieve y la esencia de vainilla en la mezcla (2), se sigue batiendo hasta obtener una masa homogénea, también se añade gotitas de chocolate.

Moldeado: En un molde para Muffin de 5 cm de diámetro por 3 de alto colocar capcillos y vaciar la mezcla hasta la mitad.

Horneado: A 180°C durante 35 a 45 minutos (o hasta que al pinchar el bizcocho con un palillo, éste salga totalmente seco). Se desmolda y se deja enfriar.

Enfriado: Una vez sacado del horno se deja enfriar hasta que estén a una temperatura cercana a los 15-18°C.

Empacado: una vez alcanzada la temperatura del paso anterior, guardar los muffin en fundas plásticas.

Almacenado: A temperatura ambiente conservarlos en un lugar seco y fuera del alcance de los rayos del sol.

III. Duración de la capacitación

La guía de capacitación sobre la adición de enzima alfa amilasa en el pan tipo muffin elaborado con harina de trigo importado cuenta con una sesión o taller, durante la mañana se realizará el taller teórico y por la tarde se llevará a cabo el taller práctico.

Con el fin de dar a conocer sobre el uso de mejoradores de las cualidades panarias de las harinas como las enzimas se realizará el seminario taller.

IV. Costos de la capacitación

El costo de la capacitación será asumida por el encargado a dictar el taller, en cuanto a una computadora, multimedia, infocus, papel A4 (en caso de que sea necesario), enzima alfa amilasa (100g), harina de trigo importado (2Kg), herramientas de acero inoxidable, horno, aditivos esenciales y materiales de vidrio se obtendrán de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).

Los capacitadores dispondrán de un local adecuado para evitar interrupciones durante el taller teórico y práctico, los participantes deberán tener una buena disponibilidad de aprendizaje sobre el tema a tratarse.

V. Responsables

La responsable de los talleres de capacitación es la Egda. Hipatia Ronquillo Gutiérrez, conjuntamente con el asesoramiento del Ing. Eduardo Caicedo M. y la Ing. Mónica Silva.

VI. Plan de contenidos

6.1 Capacitación del módulo

- Conceptos básicos sobre el grano de trigo, y sus derivados.
- Origen del muffin, estudios realizados en el Ecuador y a nivel Nacional.
- Uso de mejoradores panarios empleados actualmente.
- Enzimas, ventajas y desventajas, efectos que producen en la masa.
- Enzima alfa amilasa, funciones.
- Concentración adecuada de la enzima alfa amilasa establecida por información bibliográfica.
- Elaboración del pan tipo muffin con la incorporación de la enzima alfa amilasa.
- Evaluación con los consumidores.
- Resultados obtenidos.

6.2 Capacitación por prácticas

- Elaboración del pan tipo muffin con incorporación de enzima alfa amilasa.

6.7 METODOLOGÍA (MODELO OPERATIVO)

El tema de este taller es dar a conocer sobre los beneficios que brindan las enzimas específicamente la enzima alfa amilasa en las características panarias así como también en el producto terminado.

A continuación se presenta el plan de acción de fases o etapas que se seguirá para el desarrollo de la investigación.

Cuadro N° 11: MODELO OPERATIVO (plan de acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Evaluación	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Diseño de un Seminario Taller sobre la elaboración de pan tipo muffin con harina de trigo importado más enzima alfa amilasa.	Taller sobre la importancia de adicionar enzima alfa amilasa en el pan tipo muffin.	Investigadores	Humanos Técnicos Económicos	Consultas bibliográficas y experiencias profesionales	2 horas
2. Planificación	Conseguir que el módulo elaborado sea aceptado por los panificadores de la provincia de Tungurahua y comunidad científica.	Entrevistas a los panificadores de la provincia de Tungurahua y comunidad científica.	Investigadores	Humanos Técnicos Económicos	Entrevistas a los panificadores de la provincia de Tungurahua y comunidad científica.	4 horas
3. Capacitación	Mejorar los conocimientos de los participantes sobre el empleo de mejoradores (enzimas) las ventajas y desventajas.	Seminario taller sobre la elaboración de pan tipo muffin con harina de trigo importado más enzima alfa amilasa y sus ventajas.	Investigadores	Humanos Técnicos Económicos	Elaboración de una hoja guía para las concentraciones necesarias para el pan tipo muffin.	3 horas
4. Ejecución	Lograr que los participantes adquieran los conocimientos necesarios y puedan aplicar en sus empresas para la obtención de un producto innovador.	Presentación de pan tipo muffin con adición de enzima alfa amilasa.	Investigadores	Humanos Técnicos Económicos	Inspección de la elaboración.	4 horas

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

6.8. ADMINISTRACIÓN

Para el desarrollo de esta propuesta es exclusivamente bajo la responsabilidad de los coordinadores del proyecto: Ing. Mónica Silva, Ing. Eduardo Caicedo y Egda. Hipatia Ronquillo Gutiérrez, con el fin de dar a conocer la importancia, ventajas y desventajas que se pueden obtener con adición de enzima alfa amilasa, entre ellas está la del desarrollo de un producto innovador con excelentes características sensoriales y panificables para el consumidor.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Quiénes solicitan evaluar?	Consumidores y el equipo investigador.
¿Por qué evaluar?	Corregir errores en la tecnología de pan tipo muffin. Verificar la calidad de un nuevo producto alimenticio.
¿Para qué evaluar?	Determinar los efectos que brindan las enzimas en el pan tipo muffin.
¿Qué evaluar?	Tecnología del pan tipo muffin Enzima alfa amilasa Resultados obtenidos Impacto al consumidor
¿Quién evalúa?	Tutor Calificadores Director del proyecto
¿Cuándo evaluar?	Desde las pruebas preliminares hasta la revisión de la elaboración del producto.
¿Cómo evaluar?	Mediante entrevistas
¿Con que evaluar?	Guía de entrevistas

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo G, 2012.*

BIBLIOGRAFÍA

1. ABRIL, Víctor. Niveles o tipos de investigación. Editorial Limusa – España, 2009.
2. ASHBOLT N. J. W.O.K. GRABOW AND M. SNOZZI. Indicators of microbial water quality. In Fewtrell, L. and Bartram, J. (Ed.). Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Risk assessment and management for water-related infectious disease. IWA Publishing, London. 2001.
3. BADUI DERGAL SALVADOR. Química de los Alimentos. Pearson Educación. Tercera Edición. México. 1993. Pág.: 315 – 317.
4. BELIZ, H.D Y GROSCH, W. Química de los alimentos. Editorial Acribia S.A. 2^{da} Edición. Zaragoza – España. 1997.
5. BENNION. “Fabricación de Pan”. Editorial Acribia. 4ta Edición. Zaragoza – España. Pág.: 18 – 25.1967.
6. BRODY, A. L. Predicting Packaged Food Shelf Life. Food Technology. 57 (4): 100-102. 2003.
7. CALAVERAS J. “Tratado de Panificación y Bollería”. Ediciones Almanza. España. 1996.
8. CALAVERAS J. Nuevo tratado de panificación y bollería. Mundi prensa. Segunda edición. Madrid España.2004.
9. CARCELLER Y AUSSENAC. “Accumulation and changes in molecular size distribution of polymeric proteins in developing grains of hexaploid wheats: role of the desiccation phase”. Aust. J. Plant Physiol. 26. 1999.

10. CASTELLI E. "Ensayos comparativos del sustitutos de bromato de potasio para su uso en panificación". Universidad del Centro Educativo Latinoamericano Rosario Argentina. Invenio volumen 5 numero 008. 2002. Pág. 133 – 140.
11. CAUVAIN S. y YOUNG L., 1998,
12. CORRALES Jhoanna y ERAZO Roberto. "Influencia del Almidón de Achira (*Canna edulis ker*) para Elaboración de Muffin Adicionando Leche (Vaca, Soya) y Edulcorantes (Azúcar, Panela) en el periodo 2010 – 2011. Tesis de grado de la Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. 2011.
13. COSTELL y DURÁN. "Análisis Sensorial Descriptivo: Generación y selección de Descriptores. Curso Taller Iberoamericano "La Evaluación Sensorial Aplicada". CITED-RIEPSA-UTA-FCIAL. 10-11 Noviembre. 1998. Pág. 1 y ss.
14. CHOPIN TECHNOLOGIES. MIXOLAB. "Manual de Empleo". Villanueva - Francia. 2008.
15. DE LA LLAVE A. "Efecto de la adición de fibra soluble sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación" en el periodo 2003-2004. Tesis Licenciatura. Ingeniería de Alimentos. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Escuela de Ingeniería. Universidad de las Américas. Puebla. 2004. Pág. 36 y ss.
16. DILLARD R. Clyde y GOLDBERG E. David. Química. Reacciones, estructuras, propiedades. Editorial Fondo Educativo Interamericano S. A. 1997.
17. FLEISCHMANN. Nabisco Royal del Ecuador. 1999

18. FRUTON, J y SIMMONDF, S. "Bioquímica General. Edit. Omega. Barcelona. 1961. Pág.: 440 – 441.
19. GARCÍA Francisco. "Estudio Comparativo del Efecto de la Adición de Almidón Modificado en un Pan tipo "Muffin" Horneado en Microondas y Convencionalmente en el periodo 2008-2010. Tesis de Grado de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Sección de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Politécnico Nacional. México. 2009.
20. GRANOTEC. Mixolab System. "Workshop". Guayaquil – Ecuador. 2009.
21. HOOD. "Definición y Estructura de la Amilosa". Editores. Limusa. México – España. 1982.
22. LABUZA, T. P. Shelf-life dating of foods. Connecticut, Food & Nutrition Press, INC. 1982.
23. MANUAL TEXTURE ANALYZER Pro CT3. "Manual de Empleo". 2011.
24. MATZ S. "Cookie and cracker technology". Second edition. Kansas City. U. S. A. Avi Publishing Company, Inc. 1978. 394p.
25. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 616:2006.
26. PAZMIÑO y SALVARRIA. "Evaluación de mezclas de harinas de trigo ecuatoriano e importado para panificación" en el periodo 1981-1982. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos. FCIAL UTA. Ambato Ecuador. 1982.
27. PIGGOTT, J. R. "Sensory Analysis of Foods." Elsevier Applied Science Publishers, Londres, Inglaterra. 1984.
28. PULLOQUINGA Lasluisa María Marcela. "Estudio del efecto de glucoxidasas y alfa - amilasas en la elaboración de pan con sustitución

- parcial de harina de papa (*Solanum tuberosum*) nacional” en el periodo 2010-2011. Tesis de grado, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.2011.
- 29.RECALDE H. y RODRÍGUEZ M. “Utilización de las enzimas α amilasa y xilanasas con ácido L-ascórbico como mejoradores panarios en la harina de trigo” en el periodo 2002-2003. Tesis de grado, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, UTA. 2003. Pág. 60.
- 30.RODRÍGUEZ Et Al. “Reología y textura de masas: aplicaciones en trigo y maíz”. Revista Ingeniería e Investigación. N° 57. 2005.
- 31.ROLLIN., E. “Tratado de Panadería y Pastelería”. Editorial Síntesis. Barcelona – España. 1962. Pág. 38 -39, 420 -421.
- 32.SALGADO Aida. “Muffin reducido en calorías y adicionado con fibra dietética” en el periodo 2010-2011. Tesis para Obtener el Título de Licenciada en Gastronomía de la Universidad del Claustro de Sor Juana. México, D.F.2011.
- 33.SALTOS, H. A. “Diseño Experimental. Aplicación de Procesos Tecnológicos”. Edit. Pio XII. Ambato – Ecuador. 1993. Pág.: 1- 17.
- 34.SANCHO Josep, BOTAE., BOTA Prieto Enric, y CASTRO J. “Introducción al análisis sensorial de los alimentos”. 1994
- 35.TAMAYO, Luis. “Evaluación de los Efectos de la Adición de Agentes Químicos y Enzimáticos en Harina de Trigo (*Triticum sp.*) para Panificación” en el periodo 1996-1997. Tesis de grado, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato.1997.
- 36.ULLOA C. y CASTRO E. Memorias del documento “Tecnología de Cereales”. FCIAL. UTA. Ambato – Ecuador. 2000.

37. URBANO J. "Análisis Farinológico y Rendimiento de Algunas Variedades de Trigo" en el periodo 1995-1996. Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria. Quito – Ecuador. 1996
38. VASCONEZ, C. "Manual de Prácticas de Laboratorio de Química de los Alimentos". Universidad Técnica de Ambato. 1993. Pág.: 20 – 24.
39. VIDAL M. "Panadería, Pastelería y Confitería". 5ta Edición. España. 1966. Pág.: 49.
40. WONG D. Química de los Alimentos. Mecanismos y Teoría. Editorial Acribia S. A. Zaragoza – España. 1995.

WEB GRAFÍA

41. Cortes, M., (2000). Molinería y panadería.com. [en línea]. Disponible en: [2011, Octubre 05]
42. Clair L., (2009). Mixolab. Análisis completo de la harina. [en línea]. Chopin Thechnologies laboratoire d` Applications Alimentos. Disponible en: http://www.granonews.com/descargas/mixolab_Sistem_ES.pdf. [2011, Diciembre 17]
43. Solórzano E., (2011). [en línea]. Definición de los tipos de harina. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/farinaceos/Productos/HarinaTrigo_2da_2011_11Nov.pdf. [2011, Octubre 13]
44. Yáñez C., (2000). [en línea]. Utilización de las enzimas en la industria panadera. Disponible en: <http://www.innopan.com/index.php/content/view/115/46/>[2011, Octubre 13].

45. Sistema Mundial de Información y Alerta Sobre la Agricultura y la Alimentación de la FAO, (2010). [en línea]. Producción de trigo en América latina. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/013/al972s/al972s00.pdf>) [2011, Octubre 20]
46. Tejero F., (2001). [en línea]. Uso de la enzimas en la industria de panificación. Disponible en:
<http://www.franciscotejero.com/tecnica/mejorantes/las%20encimas.htm>)
Molinería y panadería francisco tejero. [2011, Octubre 20]
47. Flores A., (2001). [en línea]. Producción de trigo en el Ecuador. Disponible en:
http://www.icex.es/icex/cda/controller/pageICEX/0,6558,5518394_5519005_5604470_4016105_0_-1,00.html. [2012, Enero 05]
48. Rodríguez L., (2011). [en línea]. Producción de trigo en la sierra. Disponible en: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/produccion-de-trigo-no-cubre-la-demanda-local-279914-279914.html>. [2012, Enero 13]
49. Serrano R., (2011). [en línea]. Producción de trigo en la sierra. Disponible en: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/produccion-de-trigo-no-cubre-la-demanda-local-279914-279914.html>. [2012, Enero 13]
50. Moreno E., (2006). [en línea]. Funciones que cumplen los ingredientes empleados en la elaboración del pan. Disponible en:
<http://www.alimentosargentinos.gob.ar>. [2011, Octubre 27]
51. Tejero F., (2000). [en línea]. Enzimas. Disponible en:
http://www.franciscotejero.com/tecnica/mejorantes/mejorantes_en_masas.htm. [2011, Octubre 05]
52. Duran (2010). Tiempo de vida útil. [en línea]. Disponible en:
<http://ingalimentos.wordpress.com/2008/10/08/determinacion-de-vida-util-en-los-alimentos/>. [2012, Marzo13]

53. Montero (2009). [en línea]. Digestibilidad. Disponible en:
<http://www.cita.ucr.ac.cr/Alimentica/tesis.html>. [2011, Octubre 17].
54. Paredes (2000). [en línea]. Recuento total, mohos y levaduras.
Disponible en:
<http://www.ual.es/Universidad/Depar/microbiologia/Docencia/Mpaa/Contenidos/Practicas/Cuaderno.doc>. [2012, Febrero 18]
55. Camacho (2008). [en línea]. Definición de paradigmas. Disponible en:
<http://vhabil.wikispaces.com/file/view/3UTA.+Paradigmas+-+Abril+PhD.pdf>. [2011, Octubre 18]
56. Miranda, Rafael (2004). [en línea]. “Actividad de las amilasas”.
Disponible en:
<http://www.alfa-editores.com/alimentaria/NovDic%2004/TECNOLOGIA%20Amilasas%20en%20Panificac%20.pdf>. [2012, Mayo 27]
57. Maton A., Jean H., Charles W., Mclaughlin, Johnson S., Quin M., Warner, Lahart D., Jill D (1993). [en línea]. wright Human Biology and Health. Prentice hall, Englewood Cliffs, Jason Mraz, Beyonce, New Jersey, USA. ISBN:0-13-981176-1. Disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/amilasa2011>. [2012, Mayo 27]
58. Cortes A., 82004). [en línea]. “Aplicación de Enzimas en la Producción Industrial” Disponible en:
http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MA002_enzimas4WSF.pdf. [2012, Mayo 27]
59. Popper, GMBH; & CO. KG, Ahrensburg (2009). [en línea]. Alemania.
Disponible en:
<http://www.enzomaslasmejoresamigasdelpan.com>. [2012, Mayo 27]

60. INEC-MAG-SICA. 2002. III Censo Nacional Agropecuario, República del Ecuador. Ed. INEC-MAG-SICA. [en línea]. Resultados Nacionales y Provinciales. Disponible en:
http://www.elciudadano.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=6264:en-marcha-proyecto-para-reactivar-cultivo-de-trigo&catid=1:archivo. [2012, Julio 17]
61. PROYECTO SICA-B/MMAG-Ecuador. (2002). [en línea]. Producción del trigo en la región Sierra. Disponible en: (www.sica.gov.ec). [2012, Julio 17]
62. Falconí, E. (2008). [en línea]. Plan de recuperación y fomento del cultivo de trigo en Ecuador, mediante el desarrollo y producción de semilla con énfasis en difusión de variedades mejoradas, transferencia de tecnología y capacitación. Quito – Ecuador. Disponible en: www.inec.gob.ec. www.ecuadorencifras.com. 2011. [2012, Julio 17]
63. INEC. 2011. Producción nacional del trigo Ecuador [en línea]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.com/cifras-inec/pdfs/agro14.pd>. 2011. [2012, Julio 17]
64. Sanchez. F., (2009). [en línea]. Calidad de los alimentos. Disponible en: <http://www.elergonomista.com/alimentos/calidad.htm>. [2012, Agosto 03].

ANEXOS

ANEXO A

RESULTADOS

Anexo A – 1: Diseño experimental, resumen de los análisis físico – químicos, comportamiento reológico de la masa y verificación de las hipótesis.

Tabla A - 1: Simbología y detalle del diseño experimental.

Tratamientos	Factor A (Tipo de harina)	Factor B (concentración de enzima amilasa)
a_0b_0	Harina de trigo nacional	70 ppm
a_0b_1	Harina de trigo nacional	80 ppm
a_0b_2	Harina de trigo nacional	90 ppm
a_0b_3	Harina de trigo nacional	100 ppm
a_1b_0	Harina de trigo importado	70 ppm
a_1b_1	Harina de trigo importado	80 ppm
a_1b_2	Harina de trigo importado	90 ppm
a_1b_3	Harina de trigo importado	100 ppm
a_2b_0	Harina de trigo pastelera	70 ppm
a_2b_1	Harina de trigo pastelera	80 ppm
a_2b_2	Harina de trigo pastelera	90 ppm
a_2b_3	Harina de trigo pastelera	100 ppm

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo G, 2012*

Tabla A - 2: Tabla resumen de los análisis físico – químicos del tratamiento a₁b₀ (Harina de Trigo Importado + 70ppm de enzima alfa amilasa).

Análisis físico – químicos	
pH	7.44
Acidez (% ácido láctico)	0.06
Humedad (%)	19.77
Dureza (g fuerza)	305

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla A – 3: Comportamiento reológico de la masa de Harina de trigo importado CWRS y a₁b₀ (harina de trigo importado + 70ppm de enzima alfa amilasa).

MUESTRA	ABSORCIÓN	AMASADO	GLUTEN +	VISCOSIDAD	AMILÁSICO	RETROGRADACIÓN
Harina de trigo importado CWRS *	7	3	6	6	7	7
Harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa	8	3	3	6	9	7

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

* Proyecto PHPPF

Tabla A – 4: Verificación de la hipótesis de los parámetros analizados.

Tipo de Análisis		Diseño Experimental A*B	Razón de Varianza	Probabilidad Calculada	Hipótesis aceptada
Características reológicas de los diferentes tipos de harina	Índice de absorción de agua	A: Tipo de harina de trigo	100.75	0.0000	H ₁
		B: concentración de enzima alfa amilasa	0.67	0.5898	H ₀
	Índice de amasado	A: Tipo de harina de trigo	6.90	0.0114	H ₁
		B: concentración de enzima alfa amilasa	1.68	0.2289	H ₀
	Índice de gluten	A: Tipo de harina de trigo	7,49	0.088	H ₁
		B: concentración de enzima alfa amilasa	1.64	0,236	H ₀
	Índice de viscosidad	A: Tipo de harina de trigo	141.95	0.000	H ₁
		B: concentración de enzima alfa amilasa	0.35	0.790	H ₀
	Índice amilásico	A: Tipo de harina de trigo	179.67	0.0000	H ₁
		B: concentración de enzima alfa amilasa	9.10	0.0026	H ₁
Índice de retrogradación	A: Tipo de harina de trigo	477.40	0.0000	H ₁	
	B: concentración de enzima alfa amilasa	0.73	0.5535	H ₀	
Análisis físico	Determinación de pH	A: Tipo de harina de trigo	2033.39	0.0000	H ₁
		B: concentración de enzima alfa amilasa	0.74	0.0000	H ₁
	Acidez (porcentaje de ácido láctico)	A: Tipo de harina de trigo	119.02	0.0000	H ₁
		B: concentración de enzima alfa amilasa	29.55	0.0000	H ₁

químicos	Humedad	A: Tipo de harina de trigo	219.27	0.0000	H ₁
		B: concentración de enzima alfa amilasa	14.09	0.0004	H ₁
	Dureza	A: Tipo de harina de trigo	219.27	0.0000	H ₁
		B: concentración de enzima alfa amilasa	14.09	0.0000	H ₁
	Pico presión	A: Tipo de harina de trigo	286.38	0.0000	H ₁
		B: concentración de enzima alfa amilasa	40.12	0.0000	H ₁

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo, 2012*

Tipo de Análisis	Características	Diseño de Bloques Incompletos	Razón de Varianza	F tablas	Hipótesis aceptada
Análisis sensorial	Color	Tratamientos	0.943	1.840	H ₁
	Olor	Tratamientos	2.942	2.788	H ₀
	Sabor	Tratamientos	0.839	2.810	H ₁
	Textura	Tratamientos	2.175	2.534	H ₁
	Aceptabilidad	Tratamientos	6.141	5.936	H ₀

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo, 2012*

Anexo A – 2: ANÁLISIS MIXOLAB

Tabla A – 2.1: Índices del Mixolab de los diferentes tipos de harina de trigo (comportamiento de la masa).

Tipo de harina	Humedad	Índice de absorción		Índice de amasado		Índice de gluten +		Índice de viscosidad		Índice amilásico		Índice de retrogradación	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Harina trigo nacional	12,9	8	8	4	5	4	3	3	3	2	2	2	2
Harina trigo importado	12,4	8	8	5	5	7	6	7	8	8	8	8	8
Harina pastelera	17,8	9	9	3	3	7	7	5	5	7	7	7	7

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla A – 2.2: Índices del Mixolab en los diferentes tratamientos (tipos de harina de trigo + enzima alfa amilasa)
(comportamiento reológico de la masa).

Tratamientos	Humedad	Índice de absorción		Índice de amasado		Índice de gluten +		Índice de viscosidad		Índice amilásico		Índice de retrogradación	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a0b0	12,8	8	8	0	1	4	4	1	2	1	2	2	3
a0b1	12,3	8	8	0	2	4	5	1	2	1	3	2	3
a0b2	12,7	8	8	2	3	5	5	2	2	2	3	3	3
a0b3	12,5	8	8	2	3	5	6	2	3	3	3	3	4
a1b0	12,4	8	8	2	3	2	3	6	6	9	9	7	7
a1b1	12,4	8	8	2	2	3	2	5	7	9	9	7	7
a1b2	12,6	7	8	1	2	4	3	7	7	8	9	7	7
a1b3	12,3	8	8	2	3	4	2	6	6	8	9	7	7
a2b0	17,8	8	8	2	2	3	4	4	5	8	8	6	7
a2b1	17,8	8	9	2	2	2	3	4	3	8	8	6	7
a2b2	17,6	8	8	1	3	3	3	3	4	7	8	6	6
a2b3	17,5	8	8	1	1	4	4	3	4	7	7	6	6

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo G, 2012*

Anexo A – 3: ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS.

Para la realización de los análisis físicos – químicos se elaboró el muffins.

Tabla A – 3.1: pH de los muffins elaborados con diferentes clases de harinas.

Tipo de harina	R1	R2	Promedio
Harina trigo nacional	7,95	8,05	8,00
Harina trigo importado	7,65	7,61	7,63
Harina pastelera	7,78	7,83	7,81

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla A – 3.2: pH de los muffins en los diferentes tratamientos

Tratamientos	R1	R2	Promedio
a0b0	8,04	8,1	8,07
a0b1	8,08	8,12	8,10
a0b2	8,13	8,17	8,15
a0b3	8,22	8,26	8,24
a1b0	7,44	7,43	7,44
a1b1	7,56	7,51	7,54
a1b2	7,59	7,57	7,58
a1b3	7,53	7,54	7,54
a2b0	7,84	7,82	7,83
a2b1	7,99	7,96	7,98
a2b2	8,05	8,10	8,08
a2b3	8,00	8,04	8,02

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla A – 3.3: Acidez de los muffins elaborados con los diferentes tipos de harina.

Tipo de harina	R1	R2	Promedio
Harina trigo nacional	0,045	0,046	0,056
Harina trigo importado	0,036	0,036	0,04
Harina pastelera	0,081	0,090	0,09

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla A –3.4: Acidez expresado en porcentaje de ácido láctico en muffins en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	R1	R2	Promedio
a0b0	0,04	0,034	0,04
a0b1	0,032	0,036	0,03
a0b2	0,024	0,022	0,02
a0b3	0,025	0,019	0,02
a1b0	0,054	0,063	0,06
a1b1	0,045	0,045	0,05
a1b2	0,045	0,045	0,05
a1b3	0,045	0,035	0,04
a2b0	0,072	0,070	0,07
a2b1	0,050	0,050	0,05
a2b2	0,050	0,050	0,05
a2b3	0,040	0,040	0,04

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla A – 3.5: Humedad de los muffins elaborados con los diferentes tipos de harina.

Tipo de harina	R1	R2	Promedio
Harina trigo nacional	22,37	22,31	22,34
Harina trigo importado	20,65	20,18	20,42
Harina pastelera	23,25	22,50	22,87

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla A – 3.6: Humedad de los muffins en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	R1	R2	Promedio
a0b0	21,89	21,67	21,78
a0b1	23,70	22,41	23,05
a0b2	23,87	23,50	23,69
a0b3	22,84	22,83	22,83
a1b0	20,15	19,39	19,77
a1b1	19,35	19,87	19,61
a1b2	18,63	18,83	18,73
a1b3	18,57	18,41	18,49
a2b0	18,55	18,59	18,57
a2b1	21,62	20,98	21,30
a2b2	20,54	20,85	20,70
a2b3	20,86	20,94	20,90

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Anexo A – 4: ANÁLISIS DE TEXTURA (TEXTURE ANALYZER PRO CT3)

Tabla A – 4.1: Dureza expresado en g fuerza (\vec{g}) en muffins en diferentes harinas

Tipo de harina	R1	R2	Promedio
Harina trigo nacional	327	340	333,5
Harina trigo importado	497	508	502,5
Harina pastelera	225	252	238,5

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla A – 4.2: Dureza (Máxima fuerza requerida para comprimir un alimento entre las muelas) en muffins g fuerza (\vec{g}) elaborado con las harinas provenientes de los diferentes tratamientos.

Tratamientos	R1	R2	Promedio
a0b0	269	278	274
a0b1	490	468	479
a0b2	340	443	392
a0b3	662	643	653
a1b0	260	350	305
a1b1	543	571	557
a1b2	742	871	807
a1b3	302	347	325
a2b0	161	158	160
a2b1	147	148	148
a2b2	130	137	134
a2b3	154	158	156

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla A – 4.3: Presión (fuerza que se requiere para romper un alimento) expresado en Dyn/cm² de los muffins elaborados con los diferentes tipos de harina.

Tipo de harina	R1	R2	Promedio
Harina trigo nacional	65328	67926	66627
Harina trigo importado	69524	63930	66727
Harina pastelera	44951	50345	47648

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla A – 4.4: Presión en muffins expresado en (Dy/cm²) elaborado con las harinas provenientes de los diferentes tratamientos.

Tratamientos	R1	R2	Promedio
a0b0	48946	46957	47952
a0b1	97893	93498	95696
a0b2	67926	54740	61333
a0b3	132255	127301	129778
a1b0	51943	69923	60933
a1b1	108481	114075	111278
a1b2	137250	148238	142744
a1b3	53541	60334	56938
a2b0	32165	31565	31865
a2b1	29368	29568	29468
a2b2	25972	25972	25972
a2b3	30766	31565	31166

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

ANEXO B

**ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO (COLOR, OLOR, SABOR,
TEXTURA Y ACEPTABILIDAD)**

Anexo B – 1: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PAN TIPO MUFFIN PARA DOCE LOS TRATAMIENTOS

Tabla B – 1.1: CARACTERÍSTICA COLOR

Calificación de los catadores con respecto al color de muffins en los doce tratamientos.

TRATAMIENTOS	CATADORES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	5	-	-	-	5	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-
2	4	-	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-
3	5	-	-	-	-	-	5	-	-	-	1	-	-	-	5	-	-	-	2	-
4	-	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	5
5	-	3	-	-	5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	5	-	-	-	-	3
6	-	4	-	-	-	4	-	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
7	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	5	3	-	-	-	-	2	-	-
8	-	-	3	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	3	-	-	5	-	-	-
9	-	-	5	-	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	2	-	4	-	-
10	-	-	-	5	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	4	-	2	-	-	-
11	-	-	-	1	-	-	4	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	5
12	-	-	-	3	-	-	-	2	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	5	-

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo G, 2012*

Tabla B – 1.2: CARACTERÍSTICA OLOR.

Calificación de los catadores con respecto al olor de muffins en los doce tratamientos.

TRATAMIENTOS	CATADORES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	5	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-
2	4	-	-	-	-	3	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-
3	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	3	-
4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-	-	4	-	-	-	5
5	-	5	-	-	5	-	-	-	-	5	-	-	-	-	4	-	-	-	-	5
6	-	5	-	-	-	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	-	5	-
7	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	5	-	-
8	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	4	-	-	4	-	-	5	-	-	-
9	-	-	4		3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	3	-	-
10	-	-	-	5		3	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-	4	-	-	-
11	-	-	-	3	-	-	4	-	5	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	5
12	-	-	-	4	-	-	-	3	-	1	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo G, 2012*

Tabla B – 1.3: CARACTERÍSTICA SABOR

Calificación de los catadores con respecto al sabor de muffins en los doce tratamientos.

TRATAMIENTOS	CATADORES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4	-	-	-	5	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-
2	4	-	-	-	-	5	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	5	-	-
3	4	-	-	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	5	-	-	-	4	-
4	-	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-	-	5	-	-	-	5
5	-	5	-	-	4	-	-	-	-	3	-	-	-	-	4	-	-	-	-	5
6	-	5	-	-	-	4	-	-	5	-	-	-	-	-	-	4	-	-	5	-
7	-	-	3	-	-	-	5	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	5	-	-
8	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	4	-	-	3	-	-	5	-	-	-
9	-	-	4	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	4	-	3	-	-
10	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-	4	-	-	-
11	-	-	-	3	-	-	5	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	3
12	-	-	-	4	-	-	-	4	-	1	-	-	4	-	-	-	-	-	4	-

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla B – 1.4: CARACTERISTICA TEXTURA.

Calificación de los catadores con respecto a la textura de muffins en los doce tratamientos.

TRATAMIENTOS	CATADORES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4	-	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-
2	4	-	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-
3	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	4	-
4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	-	-	3	-	-	-	5	-	-	-	4
5	-	3	-	-	4	-	-	-	-	3	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4
6	-	3	-	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-
7	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	4	-	-
8	-	-	5	-	-	-	-	4	-	-	4	-	-	4	-	-	4	-	-	-
9	-	-	4	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	2	-	-
10	-	-	-	4	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	2	-	3	-	-	-
11	-	-	-	4	-	-	4	-	2	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	2
12	-	-	-	3	-	-	-	3	-	4	-	-	2	-	-	-	-	-	3	-

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla B – 1.5: CARACTERISTICA ACEPTABILIDAD.

Calificación de los catadores con respecto a la aceptabilidad de muffins en los doce tratamientos.

TRATAMIENTOS	CATADORES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4	-	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-
2	4	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-
3	4	-	-	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	4	-	-	-	4	-
4	-	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-	-	5	-	-	-	5
5	-	5	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	5
6	-	4	-	-	-	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	5	-	-	5	-
7	-	-	3	-	-	-	4	-	-	-	-	5	3	-	-	-	-	5	-	-
8	-	-	5	-	-	-	-	5	-	-	4	-	-	3	-	-	4	-	-	-
9	-	-	4	-	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	5	-	-
10	-	-	-	5	-	3	-	-	-	-	-	5	-	-	3	-	4	-	-	-
11	-	-	-	4	-	-	4	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	5
12	-	-	-	4	-	-	-	4	-	5	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo G, 2012*

Anexo B – 2: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL MEJOR TRATAMIENTO DEL PAN TIPO MUFFIN.

Codificación:

a_0b_3 = Harina trigo Nacional + 100ppm de enzima alfa – amilasa.

a_1b_0 = Harina trigo Importado + 70ppm de enzima alfa – amilasa.

Comercial INACAKE de INALECSA.

Tabla B – 2.1: CARACTERISTICA COLOR.

Calificación de los catadores con respecto al color del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a_1b_0), (a_0b_3) y comparado con un pan tipo muffin comercial.

BLOQUES	TRATAMIENTOS					
	a_1b_0		a_0b_3		Comercial	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	1	1	4	4	3	3
2	3	3	4	4	5	5
3	1	1	5	5	2	2
4	3	3	3	3	4	4
5	2	2	2	2	1	1
6	1	1	2	2	2	2
7	3	3	2	2	1	1
8	1	1	2	2	5	5
9	3	3	2	2	1	1
10	1	1	1	1	2	2
11	5	5	4	4	2	2
12	3	3	2	2	4	4
13	1	1	1	1	3	3
14	2	2	2	2	1	1
15	2	2	3	3	1	1
16	1	1	2	2	1	1
17	1	1	1	1	2	2
18	3	3	1	1	5	5
19	1	1	2	2	1	1
20	2	2	2	2	1	1

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla B – 2.2: CARACTERISTICA OLOR.

Calificación de los catadores con respecto al olor del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1b0), (a0b3) y comparado con un pan tipo muffin comercial.

BLOQUES	TRATAMIENTOS					
	a ₁ b ₀		a ₀ b ₃		Comercial	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	5	5	5	5	4	4
2	4	4	5	5	5	5
3	3	3	5	5	5	5
4	5	5	4	4	5	5
5	4	4	4	4	5	5
6	5	5	4	4	3	3
7	5	5	5	5	4	4
8	5	5	5	5	5	5
9	3	3	4	4	5	5
10	4	4	5	5	3	3
11	4	4	4	4	3	3
12	5	5	5	5	3	3
13	4	4	3	3	5	5
14	5	5	5	5	3	3
15	5	5	3	3	4	4
16	4	4	3	3	5	5
17	4	4	4	4	4	4
18	5	5	4	4	4	4
19	3	3	4	4	2	2
20	4	4	3	3	2	2

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Tabla B – 2.3: CARACTERISTICA SABOR.

Calificación de los catadores con respecto al sabor del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1b0), (a0b3) y comparado con un pan tipo muffin comercial.

BLOQUES	TRATAMIENTOS					
	a ₁ b ₀		a ₀ b ₃		Comercial	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	5	5	5	5	5	5
2	4	4	5	5	5	5
3	3	3	4	4	4	4
4	4	4	5	5	4	4
5	4	4	5	5	5	5
6	4	4	5	5	3	3
7	4	4	4	4	3	3
8	5	5	5	5	4	4
9	4	4	3	3	5	5
10	4	4	5	5	4	4
11	4	4	4	4	4	4
12	5	5	5	5	4	4
13	4	4	4	4	5	5
14	5	5	4	4	3	3
15	4	4	4	4	3	3
16	4	4	3	3	4	4
17	4	4	4	4	3	3
18	4	4	3	3	4	4
19	4	4	4	4	3	3
20	4	4	3	3	4	4

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo G, 2012*

Tabla B – 2.4: CARACTERISTICA TEXTURA.

Calificación de los catadores con respecto a la textura del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1b0), (a0b3) y comparado con un pan tipo muffin comercial.

BLOQUES	TRATAMIENTOS					
	a ₁ b ₀		a ₀ b ₃		Comercial	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	5	5	5	5	4	4
2	5	5	4	4	2	2
3	4	4	3	3	4	4
4	2	2	4	4	2	2
5	4	4	3	3	4	4
6	4	4	3	3	3	3
7	5	5	4	4	3	3
8	4	4	4	4	3	3
9	4	4	3	3	2	2
10	2	2	3	3	2	2
11	2	2	4	4	4	4
12	3	3	4	4	3	3
13	4	4	4	4	4	4
14	3	3	4	4	3	3
15	4	4	3	3	3	3
16	4	4	3	3	4	4
17	3	3	4	4	2	2
18	4	4	3	3	2	2
19	3	3	3	3	3	3
20	4	4	3	3	3	3

Elaborado por: *Hipatia Ronquillo G, 2012*

Tabla B – 2.5: CARACTERISTICA ACEPTABILIDAD.

Calificación de los catadores con respecto a la aceptabilidad del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1b0), (a0b3) y comparado con un pan tipo muffin comercial.

BLOQUES	TRATAMIENTOS					
	a ₁ b ₀		a ₀ b ₃		Comercial	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	5	5	5	5	4	4
2	4	4	5	5	5	5
3	4	4	5	5	4	4
4	5	5	4	4	3	3
5	4	4	5	5	5	5
6	4	4	3	3	3	3
7	4	4	3	3	4	4
8	5	5	4	4	4	4
9	5	5	4	4	5	5
10	4	4	4	4	3	3
11	5	5	4	4	3	3
12	5	5	5	5	4	4
13	4	4	3	3	5	5
14	5	5	4	4	3	3
15	4	4	3	3	3	3
16	4	4	3	3	5	5
17	4	4	4	4	3	3
18	5	5	3	3	4	4
19	4	4	4	4	3	3
20	4	4	3	3	4	4

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

ANEXO C

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO

ANEXO C – 1: Comportamiento microbiano con respecto a vida útil en muffins en el mejor tratamiento (a₁b₀).

Tabla C – 1.1: Cambios del contenido de microorganismos mesófilos durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente en el pan tipo muffin proveniente del mejor tratamiento (a₁b₀).

Tiempo (días)	Recuento Total Ufc/gr. muestra		
	R1	R2	Promedio UFC
0	0	0	0
1	0	0	0
3	0	10	5
7	20	30	25
10	40	30	35
14	50	60	55
17	80	100	90
22	110	140	125
28	150	160	155

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla C – 1.2: Cambios del contenido de microorganismos mesófilos (Mohos y levaduras) durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente del pan tipo muffin proveniente del mejor tratamiento (a_1b_0).

Tiempo (días)	Mohos y levaduras Ufc/gr. Muestra		
	R1	R2	Promedio UFC
0	0	0	0
1	0	0	0
3	0	10	5
7	0	10	5
10	20	30	25
14	40	40	40
17	80	90	85
22	130	110	120
28	180	160	170

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla C – 1.3: Cambios del contenido de microorganismos mesófilos (Staphylococcus aureus) durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente en el pan tipo muffins proveniente del mejor tratamiento (a_1b_0).

<u>Staphylococcus aureus</u> Ufc/gr.			
Muestra			
Tiempo (días)	R1	R2	Promedio UFC
0	0	0	0
1	0	0	0
3	0	0	0
7	10	10	10
10	20	30	25
14	30	40	35
17	50	50	50
22	60	70	65
28	80	100	90

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D

ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE TUKEY

ANEXO D – 1: MIXOLAB

ANEXO D – 1.1: ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA.

Tabla D– 1.1.1: Análisis de varianza del índice de absorción de agua de los datos obtenidos en la experimentación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo harina de trigo	33,583	2	16,792	100,75	0,0000*
B: % enzima alfa amilasa	0,333	3	0,111	0,67	0,5898
C: replicas	0,167	1	0,167	1	0,3388
AB	1,417	6	0,236	1,42	0,2915
Error	1,833	11	0,167		
Total	37,333	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 1.1.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de los datos obtenidos del índice de absorción de agua con el tipo de harina.

Niveles	Medias	Grupos
a ₀	5,5	b
a ₁	7,875	a
a ₂	8,125	a

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 1.2: ÍNDICE DE AMASADO.

Tabla D– 1.2.1: Análisis de varianza índice de amasado de los datos obtenidos en la experimentación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo harina de trigo	3,083	2	1,542	6,90	0,0114*
B: % enzima alfa amilasa	1,125	3	0,375	1,68	0,2289
C: replicas	1,042	1	1,042	4,66	0,0538
AB	3,25	6	0,542	2,42	0,0965
Error	2,458	11	0,225		
Total	10,958	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 1.2.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice de amasado con el tipo de harina.

Niveles	Medias	Grupos
a ₀	1,25	b
a ₂	1,75	ba
a ₁	2,125	a

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 1.3: ÍNDICE DE GLUTEN +.

Tabla D– 1.3.1: Análisis de varianza del índice de gluten+ de los datos obtenidos en la experimentación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo harina de trigo	6,583	2	3,292	7,49	0,088*
B: % enzima alfa amilasa	2,167	3	0,722	1,64	0,2360
C: replicas	0,167	1	0,167	0,38	0,5505
AB	4,083	6	0,681	1,55	0,2504
Error	4,833	11	0,439		
Total	17,833	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 1.3.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice de gluten+ con el tipo de harina.

Niveles	Medias	Grupos
a ₁	2,875	b
a ₂	3,25	ba
a ₀	4,125	a

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 1.4: ÍNDICE DE VISCOSIDAD.

Tabla D– 1.4.1: Análisis de varianza del índice de viscosidad de los datos obtenidos en la experimentación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo harina de trigo	90,33	2	45,167	141,95	0,0000*
B: % enzima alfa amilasa	0,333	3	0,111	0,35	0,7906
C: replicas	1,5	1	1,5	4,71	0,0527
AB	3,667	6	0,611	1,92	0,1649
Error	3,5	11	0,318		
Total	99,333	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 1.4.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice de viscosidad para el tipo de harina.

Niveles	Medias	Grupos
a ₀	1,5	c
a ₂	3,75	b
a ₁	6,25	a

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 1.5: ÍNDICE AMILASICO.

Tabla D– 1.5.1: Análisis de varianza del índice amilásico de los datos obtenidos en la experimentación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo harina de trigo	36,75	2	18,375	179,67	0,0000*
B: % enzima alfa amilasa	2,792	3	0,931	9,10	0,0026*
C: replicas	0,375	1	0,375	3,67	0,0819
AB	0,583	6	0,097	0,95	0,4987
Error	1,125	11	0,102		
Total	41,625	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 1.5.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice amilásico para el tipo de harina.

Niveles	Medias	Grupos
a ₀	5,75	c
a ₂	7,625	b
a ₁	8,75	a

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D –16.5.3: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice amilásico para la concentración de enzima a empleada.

Niveles	Medias	Grupos
b ₃	6,833	b
b ₂	7,333	ba
b ₁	7,667	a
b ₀	7,667	a

b₀= 70ppm, b₁= 80 ppm, b₂= 90 ppm, b₃= ppm de enzima alfa – amilasa.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 1.6: ÍNDICE DE RETROGRADACION.

Tabla D– 1.6.1: Análisis de varianza del índice de retrogradación de los datos obtenidos en la experimentación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo harina de trigo	72,333	2	36,167	477,40	0,0000*
B: % enzima alfa amilasa	0,167	3	0,056	0,73	0,5535
C: replicas	0,167	1	0,167	2,20	0,1661
AB	0,333	6	0,056	0,73	0,6334
Error	0,833	11	0,076		
Total	73,833	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 1.6.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos del índice de retrogradación para el tipo de harina.

Niveles	Medias	Grupos
a ₀	3	c
a ₂	6,25	b
a ₁	7	a

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 2: ANÁLISIS FICIO QUIMICOS (pH)

Tabla D – 2.2: Análisis de varianza de pH de los diferentes tratamientos de muffins.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo de harina de trigo	1,8532	2	0,9266	2033,39	0,0000*
B: % de enzima alfa amilasa	0,0946	3	0,0315	69,19	0,0000*
C: replicas	0,0003	1	0,0003	0,74	0,4078
AB	0,0251	6	0,0042	9,18	0,0009*
Error	0,005	11	0,0004		
Total	1,9782	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 2.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de pH de muffins con el tipo de Harina

Niveles	Medias	Grupos
a ₁	7,521	c
a ₂	7,975	b
a ₀	8,187	a

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 2.3: Prueba de comparación múltiple Tukey de pH de muffins y concentración de enzima alfa amilasa empleada.

Niveles	Medias	Grupos
b ₀	7,795	c
b ₁	7,887	b
b ₃	7,947	a
b ₂	7,950	a

b₀= 70ppm, b₁= 80 ppm, b₂= 90 ppm, b₃= ppm de enzima alfa – amilasa.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 3: ANÁLISIS ACIDEZ

Tabla D – 3.1: Análisis de varianza de acidez de los muffins.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo harina de trigo	0,00179	2	0,00089	119,02	0,0000*
B: % enzima alfa amilasa	0,00067	3	0,00022	29,55	0,0000*
C: replicas	1,67E-07	1	1,67E-07	0,02	0,8844
AB	0,0009	6	0,00015	19,94	0,0000*
Error	0,00008	11	0,000007		
Total	0,00344	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 3.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de acidez de los muffins con el tipo de harina empleada en su elaboración.

Niveles	Medias	Grupos
a ₀	0,0276	c
a ₁	0,0483	b
a ₂	0,0527	a

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 3.3: Prueba de comparación múltiple Tukey de acidez de los muffins y la concentración de enzima empleada en su elaboración.

Niveles	Medias	Grupos
b ₃	0,0373	c
b ₁	0,0436	b
b ₂	0,0451	b
b ₀	0,0521	a

b₀= 70ppm, b₁= 80 ppm, b₂= 90 ppm, b₃= ppm de enzima alfa – amilasa.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 4: HUMEDAD

Tabla D – 4.1: Análisis de varianza de humedad de los muffins elaborados con diferentes concentración de enzima y diferentes tipos e harina de trigo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo harina de trigo	56,5317	2	28,2659	219,27	0,0000*
B: % enzima alfa amilasa	5,4495	3	1,8165	14,09	0,0004*
C: replicas	2,20E-01	1	2,20E-01	1,71	0,2177
AB	9,7169	6	1,6195	12,56	0,0002*
Error	1,4179	11	0,1289		
Total	73,336	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 4.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de Humedad de los muffins con el tipo de harina de trigo empleada en su elaboración.

Niveles	Medias	Grupos
a ₁	19,15	c
a ₂	20,36	b
a ₀	22,83	a

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 4.3: Prueba de comparación múltiple Tukey de Humedad de los muffins con la concentración de enzima a empleada en la elaboración.

Niveles	Medias	Grupos
b ₀	20,04	b
b ₃	20,74	a
b ₂	21,03	a
b ₁	21,32	a

b₀= 70ppm, b₁= 80 ppm, b₂= 90 ppm, b₃= ppm de enzima alfa – amilasa.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 5: DUREZA (gr fuerza)

Tabla D – 5.1: Análisis de varianza de dureza (gr) de los muffins elaborados.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo harina de trigo	571471	2	285735	219,27	0,0000*
B: % enzima alfa amilasa	128432	3	42810,8	14,09	0,0000*
C: replicas	5766	1	5766	1,71	0,0553
AB	357217	6	59536,2	12,56	0,0000*
Error	13814	11	1255,82		
Total	1,08E+06	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 5.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de dureza de los muffins elaborados con el tipo de harina.

Niveles	Medias	Grupos
a ₂	149,125	a
a ₀	449,125	b
a ₁	498,25	c

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 5.3: Prueba de comparación múltiple Tukey de dureza de muffins elaborados y concentración de enzima empleada.

Niveles	Medias	Grupos
b ₀	246	c
b ₃	377,6	b
b ₁	394,5	ba
b ₂	443,8	a

b₀= 70ppm, b₁= 80 ppm, b₂= 90 ppm, b₃= ppm de enzima alfa – amilasa.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 6: PICO DE PRESIÓN

Tabla D– 6.1: Análisis de varianza de presión de los datos obtenidos en la experimentación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	Valor - p
A: Tipo harina de trigo	1,87E+10	2	9,37E+09	286,38	0,0000*
B: % enzima alfa amilasa	3,94E+09	3	1,31E+09	40,12	0,0000*
C: replicas	1,24E+07	1	1,24E+07	0,38	0,551
AB	1,45E+10	6	2,41E+09	73,75	0,0000*
Error	3,60E+08	11	3,27E+07		
Total	3,75E+10	23			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 6.2: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos de presión para el tipo de harina.

Niveles	Medias	Grupos
a ₂	29617,6	a
a ₀	83689,5	b
a ₁	92973,1	c

a₀= Harina de trigo Nacional, a₁= Harina de trigo Importado, a₂= Harina Pastelera.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla D – 6.3: Prueba de comparación múltiple Tukey en los datos obtenidos de presión para la concentración de enzima a empleada.

Niveles	Medias	Grupos
b ₀	46916,5	a
b ₃	72627	b
b ₂	76683	b
b ₁	78813,8	b

b₀= 70ppm, b₁= 80 ppm, b₂= 90 ppm, b₃= ppm de enzima alfa – amilasa.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 7: ANÁLISIS SENSORIAL (12 TRATAMIENTOS)

DISEÑO DE BLOQUES INCOMPLETOS

ANEXO D – 7.1: CARACTERÍSTICA COLOR

Tabla D – 7.1.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al color de muffins.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	F tablas
Bloque	19	46,183	2,431	1,450	1,622
Tratamiento	11	17,389	1,581	0,943	1,840
Error	29	48,611	1,676		
Total	59	112,183			

Fuente: Programa Excel.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

REGLA DE DECISIÓN

- $F_c < F_t$ se acepta la hipótesis alternativa.
- $F_c > F_t$ se acepta la hipótesis nula.

Por lo tanto en los tratamientos y en los bloques se acepta al hipótesis alternativa todos los tratamientos son iguales.

ANEXO D – 7.2: CARACTERÍSTICA OLOR

Tabla D – 7.2.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al olor de muffins.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	F tablas
Bloque	19	10,400	0,547	1,439	2,854
Tratamiento	11	12,306	1,119	2,942*	2,788
Error	29	11,028	0,380		
Total	59	33,733			

Fuente: Programa Excel.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

REGLA DE DECISIÓN

- $F_c < F_t$ se acepta la hipótesis alternativa.
- $F_c > F_t$ se acepta la hipótesis nula.

En los tratamientos se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula por lo tanto los tratamientos son diferentes según la percepción olfativa de los catadores se aplica la prueba de comparación múltiple Tukey.

ANEXO D – 7.2.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de calificación de los catadores con respecto al olor.

Niveles	Medias	Grupos
a_2b_3	2,7969	b
a_2b_0	3,5989	ba
a_0b_2	3,7989	ba
a_2b_1	3,9969	ba

a_0b_1	4,0072	ba
a_2b_2	4,1969	a
a_1b_3	4,1989	a
a_0b_0	4,2155	a
a_0b_3	4,3886	a
a_1b_2	4,3989	a
a_1b_1	4,401	a
a_1b_0	4,801	a

a_0 = Harina de trigo Nacional, a_1 = Harina de trigo Importado, a_2 = Harina Pastelera, b_0 = 70ppm, b_1 = 80 ppm, b_2 = 90 ppm, b_3 = ppm de enzima alfa – amilasa.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 7.3: CARACTERÍSTICA SABOR

Tabla D – 7.3.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al sabor de muffins.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	F tablas
Bloque	19	22,317	1,175	1,981	2,208
Tratamiento	11	5,472	0,497	0,839	2,810
Error	29	17,194	0,593		
Total	59	44,983			

Fuente: Programa Excel.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

REGLA DE DECISIÓN

- $F_c < F_t$ se acepta la hipótesis alternativa.
- $F_c > F_t$ se acepta la hipótesis nula.

En los tratamientos y en los bloques se acepta la hipótesis alternativa los tratamientos son iguales según la percepción gustativa de los catadores.

ANEXO D – 7.4: CARACTERÍSTICA TEXTURA

Tabla D – 7.4.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto a la textura del muffins.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	F tablas
Bloque	19	12,067	0,635	1,261	2,534
Tratamiento	11	12,056	1,096	2,175	2,534
Error	29	14,611	0,504		
Total	59	38,733			

Fuente: Programa Excel.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

REGLA DE DECISIÓN

- $F_c < F_t$ se acepta la hipótesis alternativa.
- $F_c > F_t$ se acepta la hipótesis nula.

En los tratamientos y en los bloques se acepta la hipótesis alternativa los tratamientos son iguales según el tacto de los catadores.

ANEXO D – 7.5: CARACTERÍSTICA ACEPTABILIDAD

Tabla D – 7.5.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto a la aceptabilidad del muffins.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (F)	F tablas
Bloque	19	15,400	0,811	4,891	5,858
Tratamiento	11	11,194	1,018	6,141*	5,936
Error	29	4,806	0,166		
Total	59	31,400			

Fuente: Programa Excel.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

REGLA DE DECISIÓN

- $F_c < F_t$ se acepta la hipótesis alternativa.
- $F_c > F_t$ se acepta la hipótesis nula.

En los tratamientos se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula por lo tanto los tratamientos son diferentes según la aceptabilidad de los catadores se aplica la prueba de comparación múltiple Tukey.

ANEXO D – 7.5.2: Prueba de comparación múltiple Tukey de calificación de los catadores con respecto a la aceptabilidad del muffins.

Niveles	Medias	Grupos
a_2b_3	4,8924	c
a_0b_2	4,0975	b
a_0b_0	3,8367	ba
a_2b_1	3,9926	ba

a_1b_2	3,9975	ba
a_2b_0	3,9975	ba
a_2b_2	4,1926	a
a_1b_3	4,1975	a
a_0b_1	4,2171	a
a_0b_3	4,3730	a
a_1b	4,4024	a
a_1b_0	4,4024	a

a_0 = Harina de trigo Nacional, a_1 = Harina de trigo Importado, a_2 = Harina Pastelera, b_0 = 70ppm, b_1 = 80 ppm, b_2 = 90 ppm, b_3 = ppm de enzima alfa – amilasa.

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

ANEXO D – 8: ANÁLISIS SENSORIAL (3 TRATAMIENTOS)

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS

CARACTERÍSTICA COLOR

Tabla D – 8.1: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al color del muffins.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianza (F)	Valor - p
Bloque	19	39,4	2,0736	1,5241	0,5538
Tratamiento	2	1,6333	0,8166	0,6002	0,1321
Error	38	51,7	1,3605		
Total	59	92,7333			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

CARACTERÍSTICA OLOR

Tabla D – 8.2: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al olor del muffins.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianza (F)	Valor - p
Bloque	19	14,9833	0,7885	1,10	0,3929
Tratamiento	2	1,3	0,65	0,90	0,4140
Error	38	27,3667	0,7202		
Total	59	43,65			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

CARACTERÍSTICA SABOR

Tabla D – 8.3: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto al sabor del muffins.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianza (F)	Valor - p
Bloque	19	11,4	0,6	1,49	0,1449
Tratamiento	2	0,7	0,35	0,87	0,4274
Error	38	15,3	0,4026		
Total	59	27,4			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

CARACTERÍSTICA TEXTURA

Tabla D – 8.4: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto a la textura del pan tipo muffin.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianza (F)	Valor - p
Bloque	19	15,0667	0,7929	1,47	0,1512
Tratamiento	2	4,9	2,45	4,56	0,0168
Error	38	20,4333	0,5377		
Total	59	40,4			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

En los tratamientos hay diferencia altamente significativa por lo tanto se aplica la prueba de comparación múltiple Tukey para saber que tratamiento prefieren los catadores de acuerdo al análisis sensorial.

ANEXO D – 8.4.1: Prueba de comparación múltiple Tukey en la característica textura.

Niveles	Medias	Grupos
Comercial	3	b
a_0b_3	3,55	ba
a_1b_0	3,65	a

a_0b_3 = Harina de trigo Nacional + 100ppm de enzima alfa– amilasa, a_1b_0 = Harina de trigo Importado + 70ppm enzima alfa– amilasa, comercial (INACAKE)

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

CARACTERÍSTICA ACEPTABILIDAD

Tabla D – 8.5: Análisis de Varianza de calificación de los catadores con respecto a la aceptabilidad del pan tipo muffin.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Razón de Varianza (F)	Valor - p
Bloque	19	11,5167	0,6061	1,31	0,2359
Tratamiento	2	3,7	1,85	3,99	0,0268
Error	38	17,6333	0,4640		
Total	59	32,85			

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

En los tratamientos hay diferencia altamente significativa por lo tanto se aplica la prueba de comparación múltiple Tukey en el Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0 para escoger el mejor tratamiento de acuerdo al análisis sensorial.

Tabla D – 8.5.1: Prueba de comparación múltiple Tukey en la característica aceptabilidad.

Niveles	Medias	Grupos
Comercial	3,85	b
a_0b_3	3,9	ba
a_1b_0	4,4	a

a_0b_3 = Harina de trigo Nacional + 100ppm de enzima alfa– amilasa, a_1b_0 = Harina de trigo Importado + 70ppm enzima alfa– amilasa, comercial (INACAKE)

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Luego de haber realizado la prueba de comparación múltiple Tukey se concluye que los catadores prefieren el tratamiento a_1b_0 con una calificación de 4.4 es decir les gusta según la característica aceptabilidad.

ANEXO D – 9: Análisis de varianza para escoger el mejor tratamiento.

Tabla D – 9.1: Prueba de comparación múltiple Tukey del Índice amilásico (Mixolab).

Tratamientos	Medias	Grupos
a_0b_3	5	e
a_0b_2	6	ed
a_0b_1	6	ed
a_0b_0	6	ed
a_2b_3	7	dc
a_2b_2	7,5	cb
a_2b_1	8	cba
a_2b_0	8	cba
a_1b_2	8,5	ba
a_1b_3	8,5	ba
a_1b_1	9	a
a_1b_0	9	a

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Mediante el análisis del índice amilásico el mejor tratamiento es a_1b_0 (Harina de Trigo Importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) esto se debe a que mayor cantidad de enzima la viscosidad disminuye.

Tabla **D – 9.2**: Prueba de comparación múltiple Tukey del pH de los diferentes tratamientos (muffins).

Tratamientos	Medias	Grupos
a_1b_0	7,435	a
a_1b_1	7,535	b
a_1b_3	7,535	b
a_1b_2	7,58	b
a_2b_0	7,83	c
a_2b_1	7,975	d
a_2b_3	8,02	de
a_2b_2	8,075	ef
a_0b_0	8,12	fg
a_0b_1	8,15	fg
a_0b_2	8,195	g
a_0b_3	8,285	h

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Mediante el análisis del pH el mejor tratamiento es a_1b_0 (Harina de Trigo Importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa).

Tabla **D – 9.3**: Prueba de comparación múltiple Tukey de Acidez en los diferentes tratamientos del producto elaborado (muffins).

Tratamientos	Medias	Grupos
a_0b_3	0,027	a
a_0b_2	0,027	a
a_0b_1	0,036	ab
a_1b_3	0,04	abc
a_2b_3	0,04	abc
a_0b_0	0,0405	bc

a_1b_2	0,045	bc
a_1b_1	0,045	bc
a_2b_2	0,05	cd
a_2b_1	0,05	cd
a_1b_0	0,0585	de
a_2b_0	0,071	e

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

El mejor tratamiento una vez realizado el análisis estadístico es a_0b_3 (Harina de Trigo Nacional + 100 ppm de enzima alfa amilasa).

Tabla D – 9.4: Prueba de comparación múltiple Tukey de Humedad en los diferentes tratamientos del producto elaborado (muffins).

Tratamientos	Medias	Grupos
a_1b_0	19,61	a
a_1b_1	19,77	a
a_1b_2	20,04	a
a_2b_0	20,36	ab
a_1b_3	20,695	b
a_2b_2	20,74	bc
a_2b_3	20,9	bc
a_2b_1	21,3	d
a_0b_0	21,78	de
a_0b_3	22,835	ef
a_0b_1	23,055	ef
a_0b_2	23,685	f

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

El mejor tratamiento una vez realizado el análisis estadístico es a_1b_0 (Harina de Trigo Importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa).

Tabla D – 9.5: Prueba de comparación múltiple Tukey de dureza en los diferentes tratamientos del producto elaborado (muffins).

Tratamientos	Medias	Grupos
a_2b_2	133,5	a
a_2b_1	147,5	ab
a_2b_3	156	ab
a_2b_0	159,5	ab
a_0b_0	273,5	abc
a_1b_0	305	bc
a_1b_3	324,5	cd
a_0b_2	391,5	cd
a_0b_1	479	de
a_1b_1	557	ef
a_0b_3	652,5	fg
a_1b_2	806,5	g

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

El mejor tratamiento una vez realizado el análisis estadístico el mejor tratamiento es a_2b_2 (Harina Pastelera + 80 ppm de enzima alfa amilasa).

Tabla D – 9.6: Prueba de comparación múltiple Tukey de pico de presión en los diferentes tratamientos del producto elaborado (muffins).

Tratamientos	Medias	Grupos
a_2b_2	25972	a
a_2b_1	29468	a
a_2b_3	31165,5	a
a_2b_0	31865	a
a_0b_0	47951,5	ab
a_1b_3	56937,5	b
a_1b_0	60933	b
a_0b_2	61333	b
a_0b_1	95695,5	c
a_1b_1	111278	cd
a_0b_3	129778	de
a_1b_2	142744	e

Fuente: Paquete estadístico STATGRAPHICS 7.0.

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

El mejor tratamiento una vez realizado el análisis estadístico el mejor tratamiento es a_2b_2 (Harina Pastelera + 80 ppm de enzima alfa amilasa).

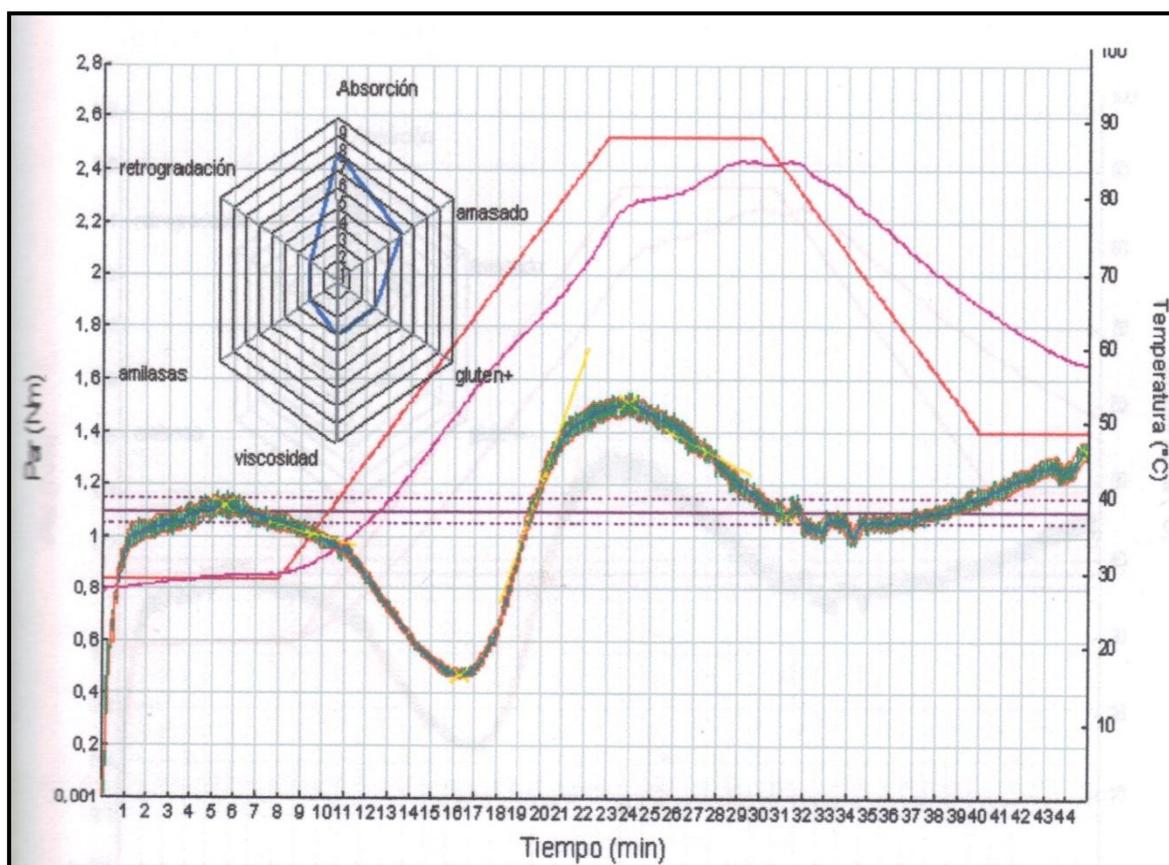
El mejor tratamiento se escogió entre los tratamientos a_1b_0 (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa) y a_0b_3 (harina de trigo nacional + 100 ppm de enzima alfa amilasa) queriendo rescatar el uso de la harina de trigo nacional por ese motivo no se tomo en cuenta al tratamiento a_2b_2 (harina pastelera + 80 ppm de enzima alfa amilasa) siendo este que presenta menores valores de dureza.

ANEXO E

GRÁFICOS OBTENIDOS EN LA EXPERIMENTACIÓN

ANEXO E – 1 MIXOLAB

Gráfico E – 1.1: Comportamiento de la masa en harina de trigo nacional.



**Gráfico E – 1.2: Comportamiento de la masa en harina de trigo nacional
Réplica 2.**

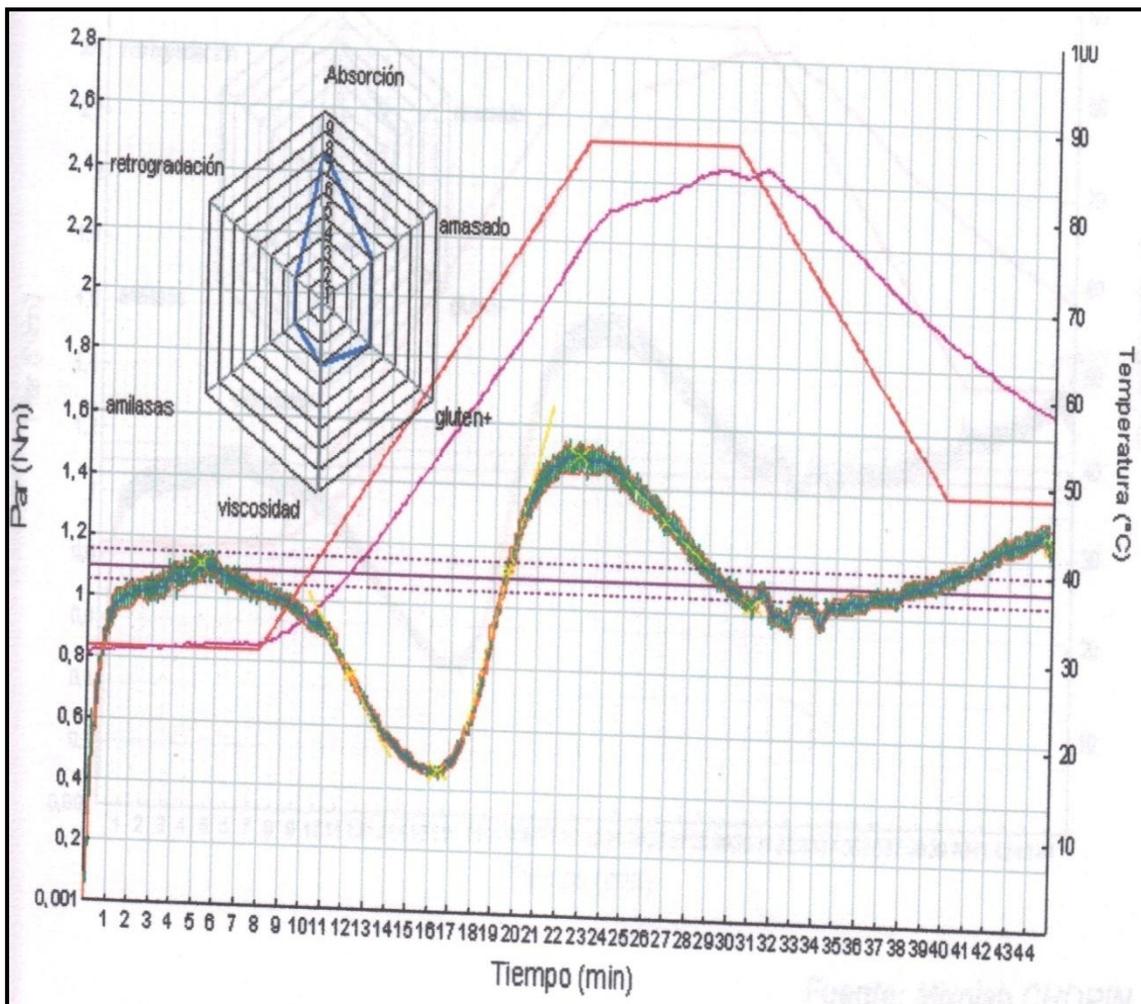
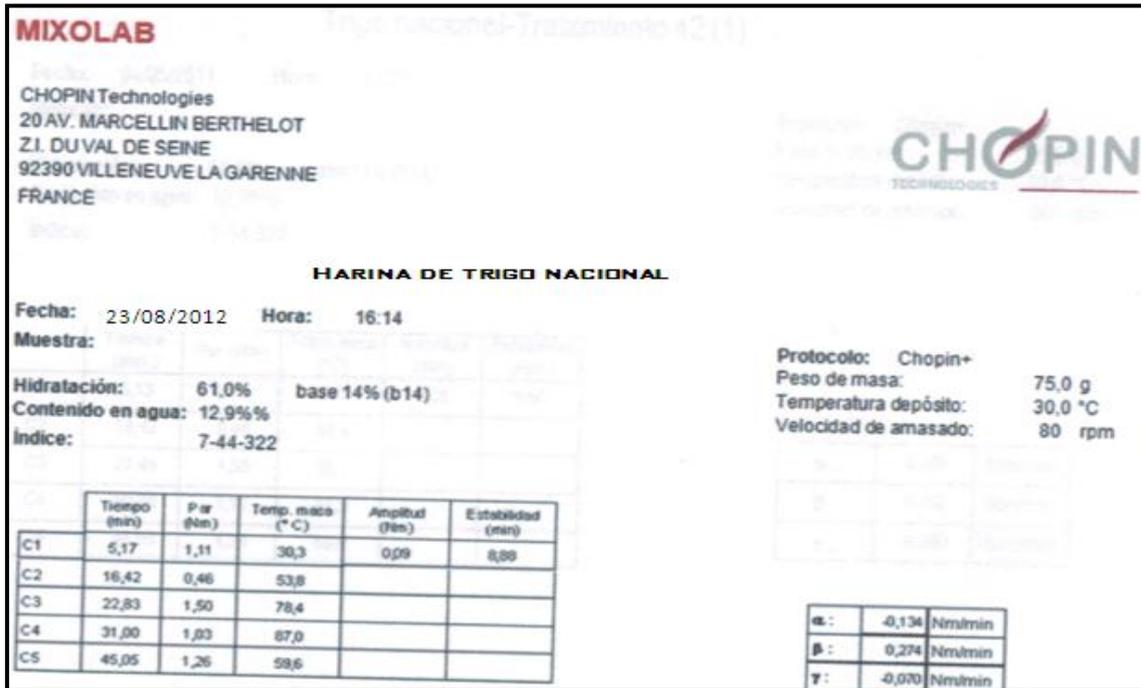


Gráfico E – 1.3: Comportamiento de la masa en harina de trigo importado.

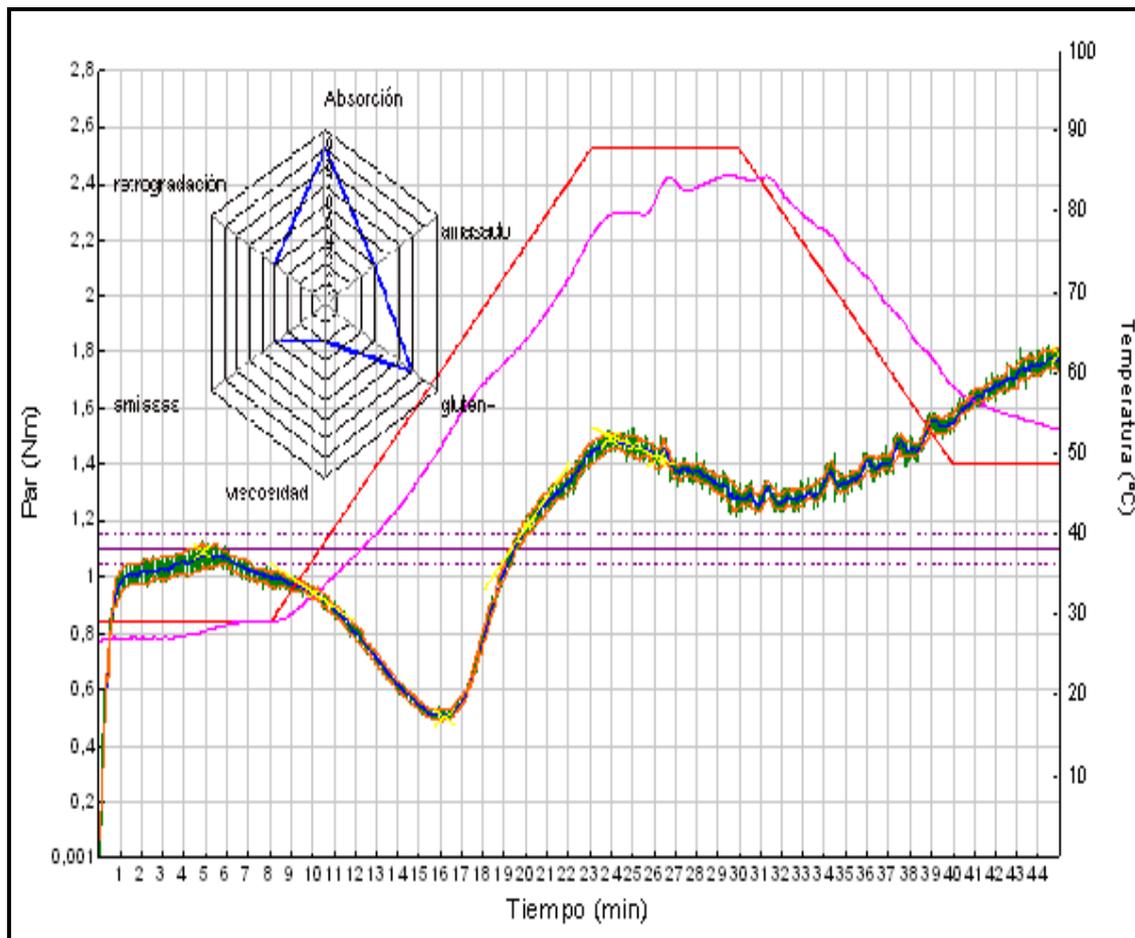
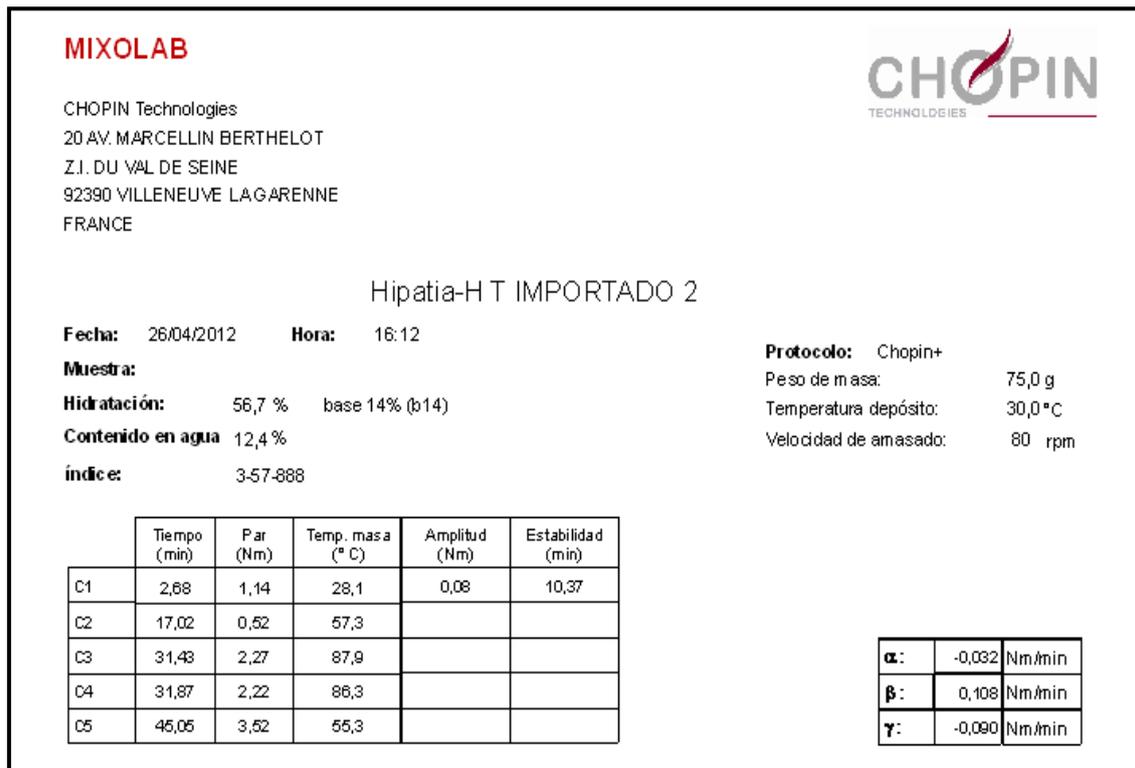


Gráfico E – 1.4: Comportamiento de la masa en harina de trigo importado replica 2

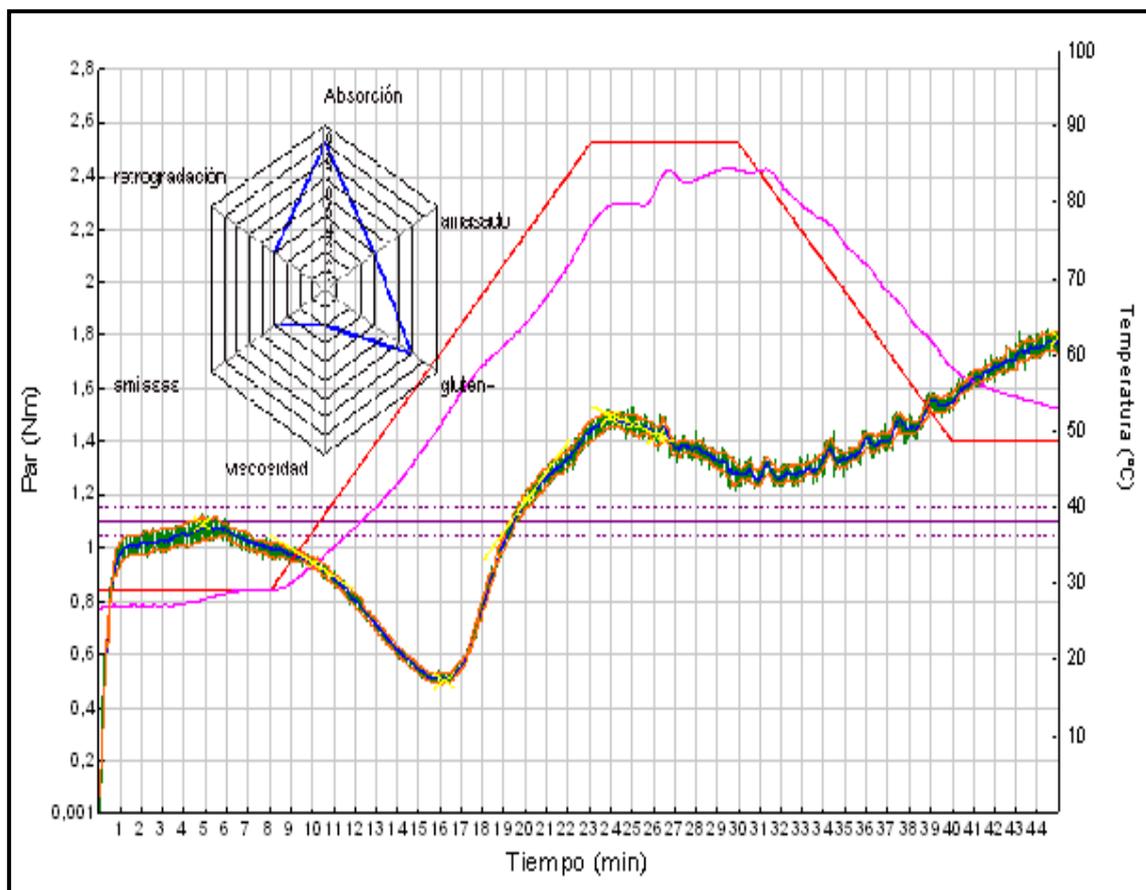
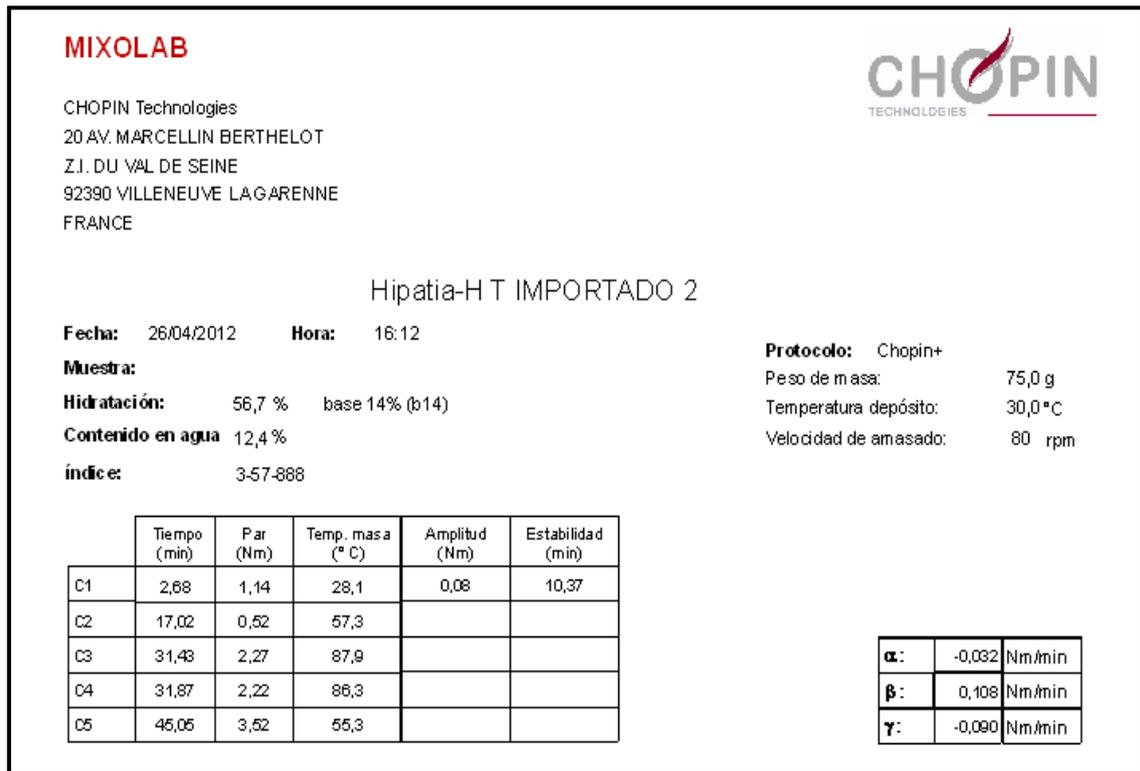


Gráfico E – 1.5: Comportamiento de la masa en harina pastelera.

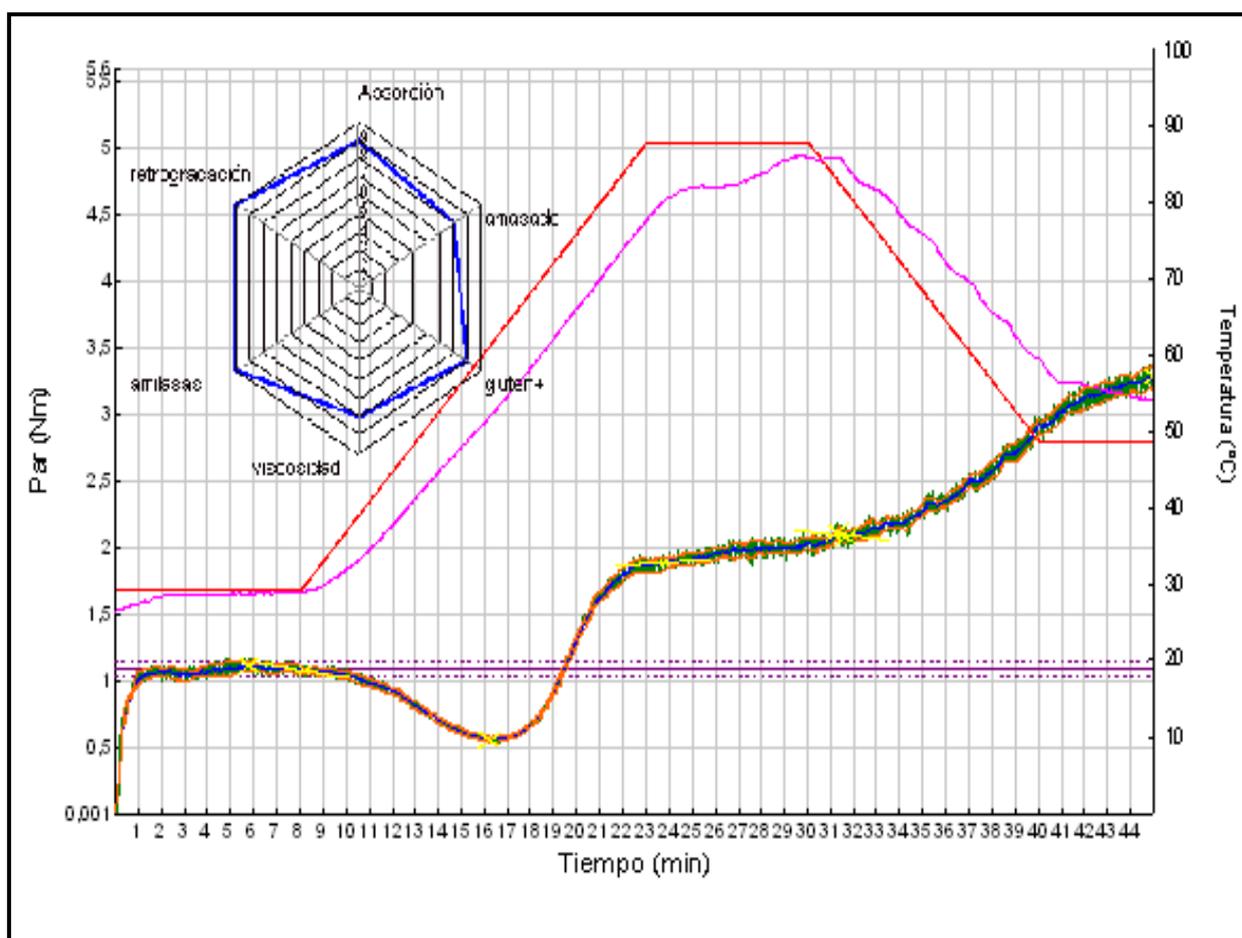
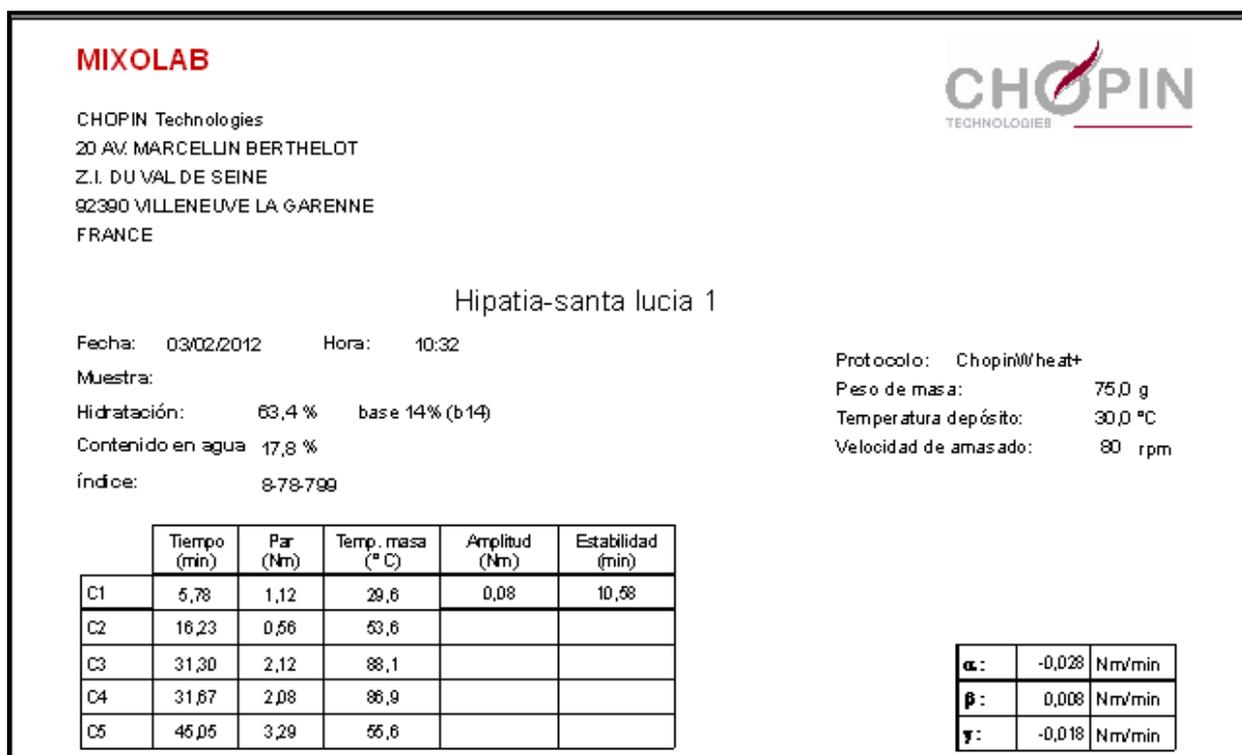
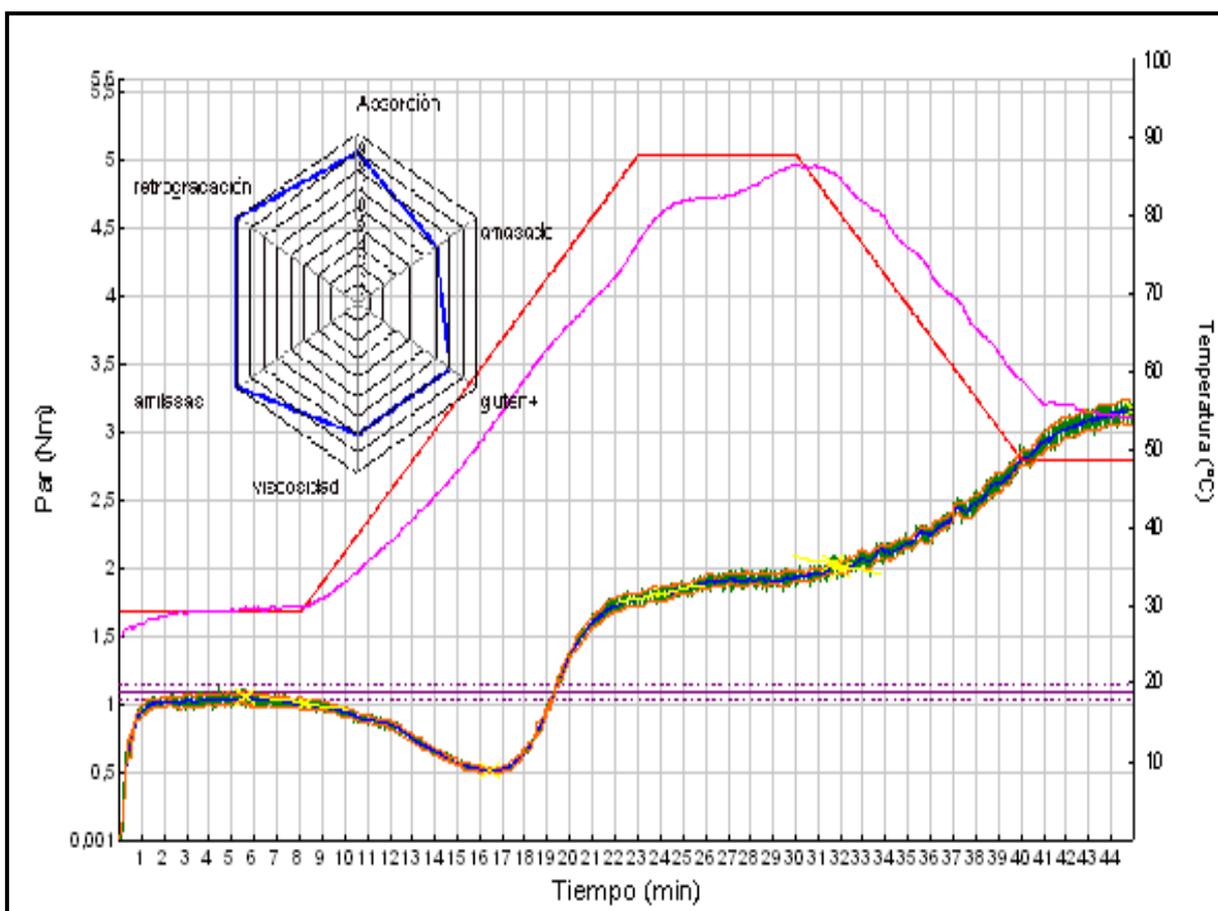
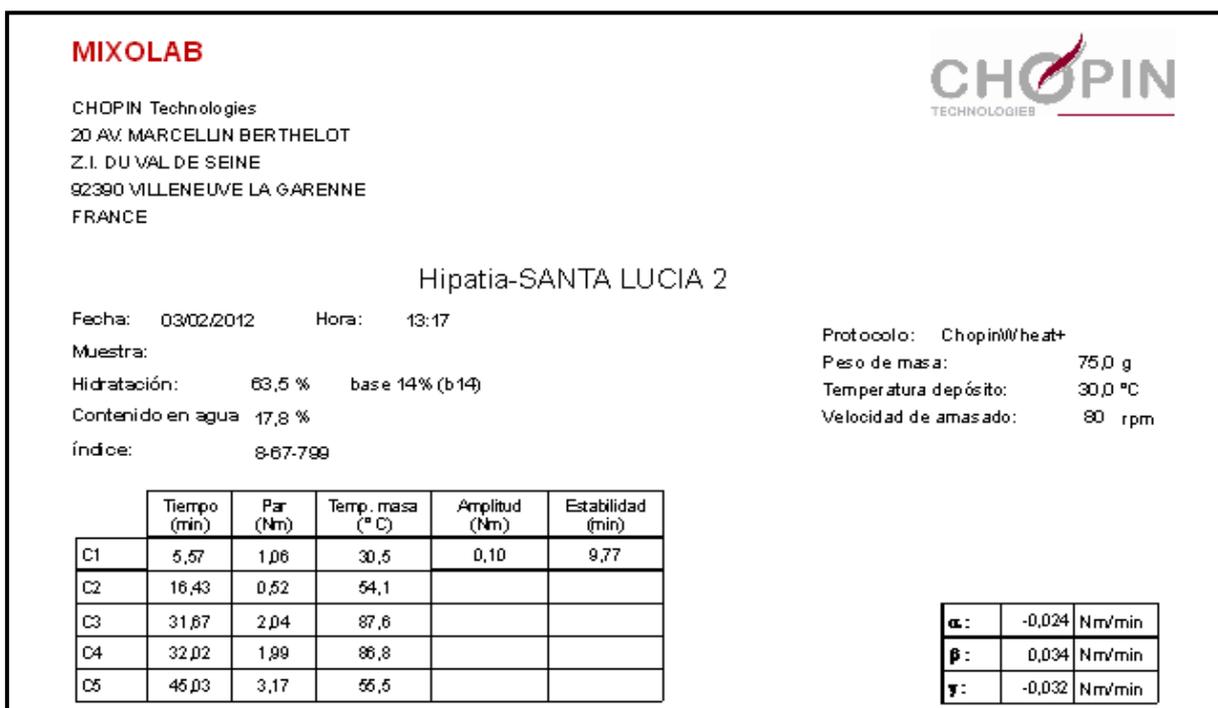
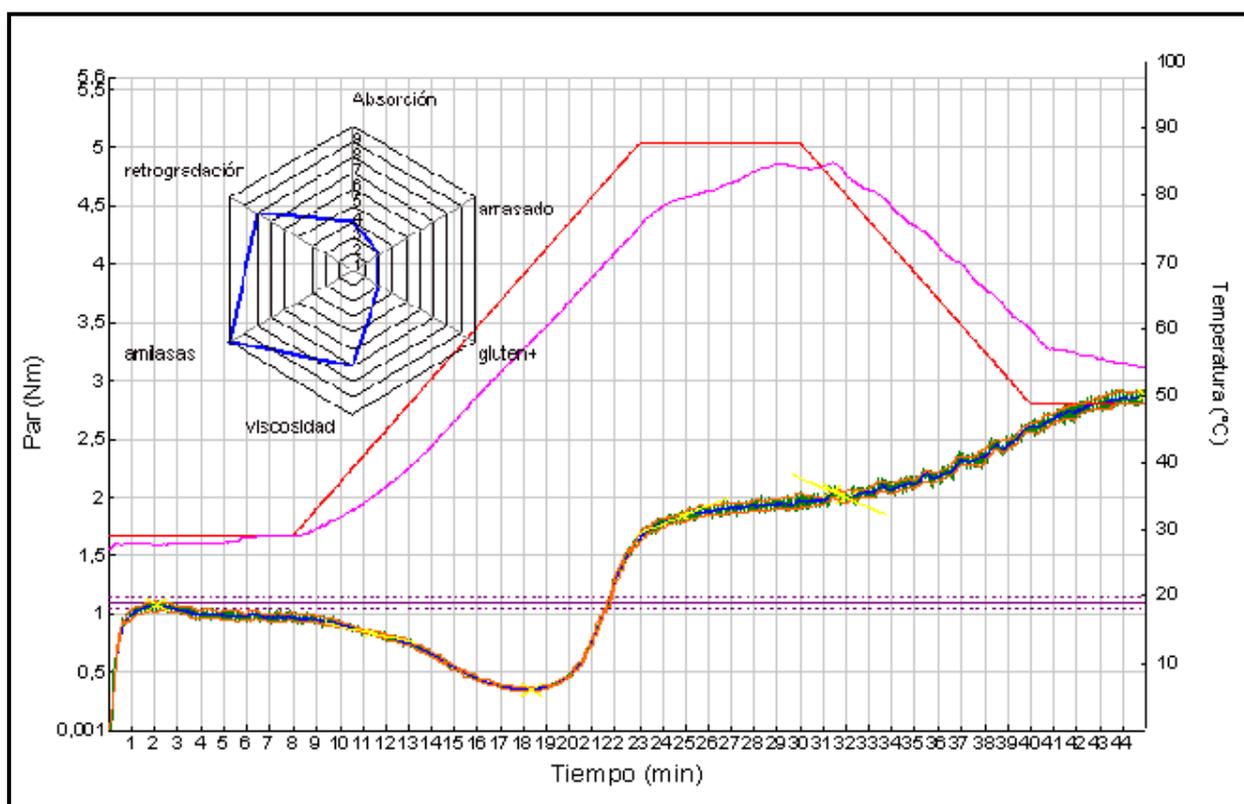
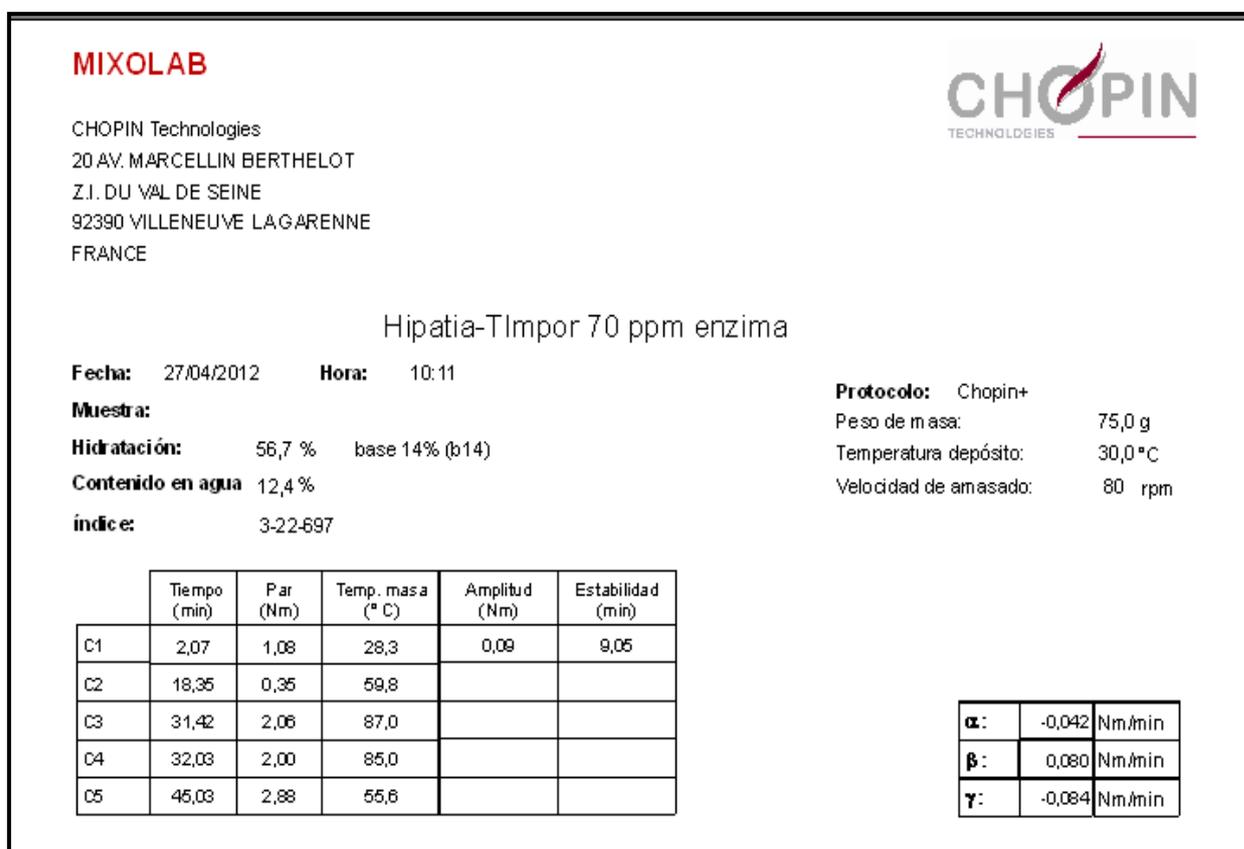


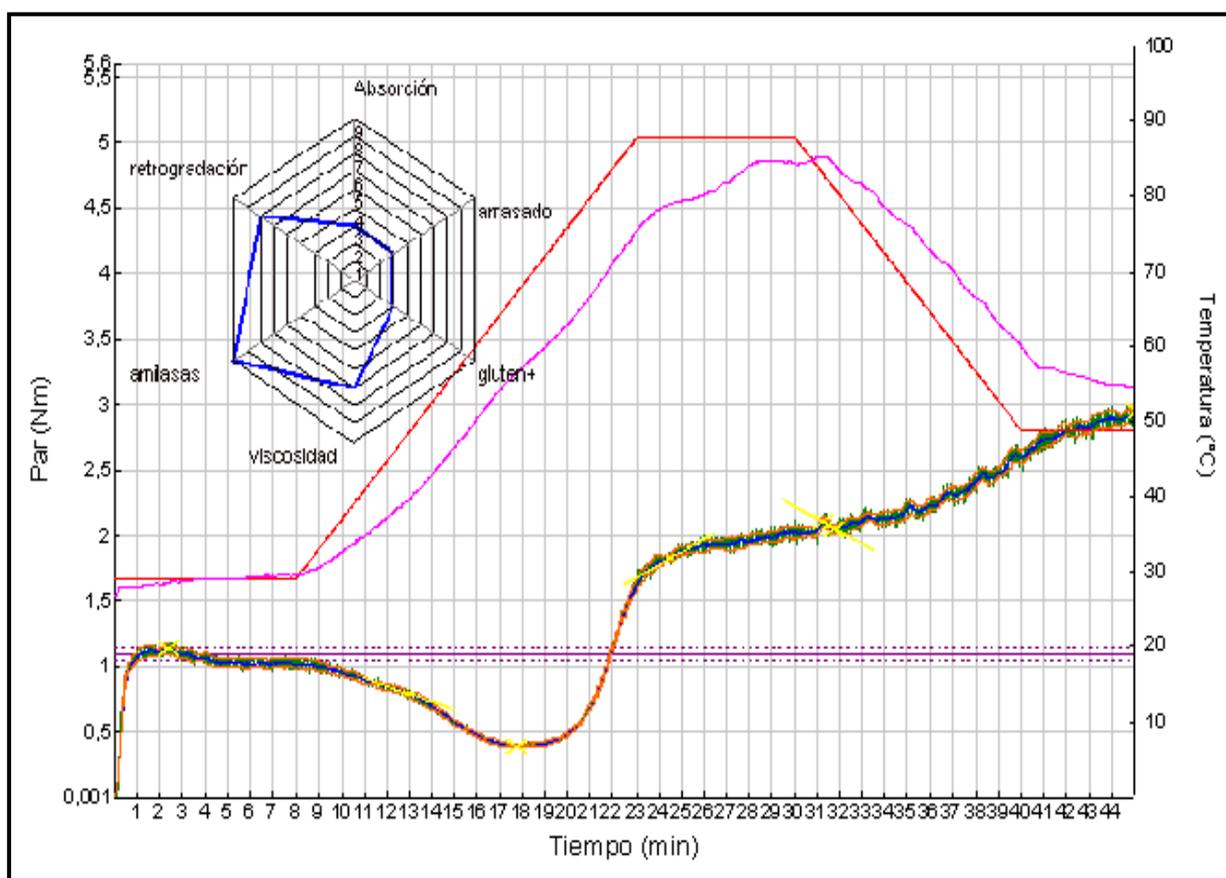
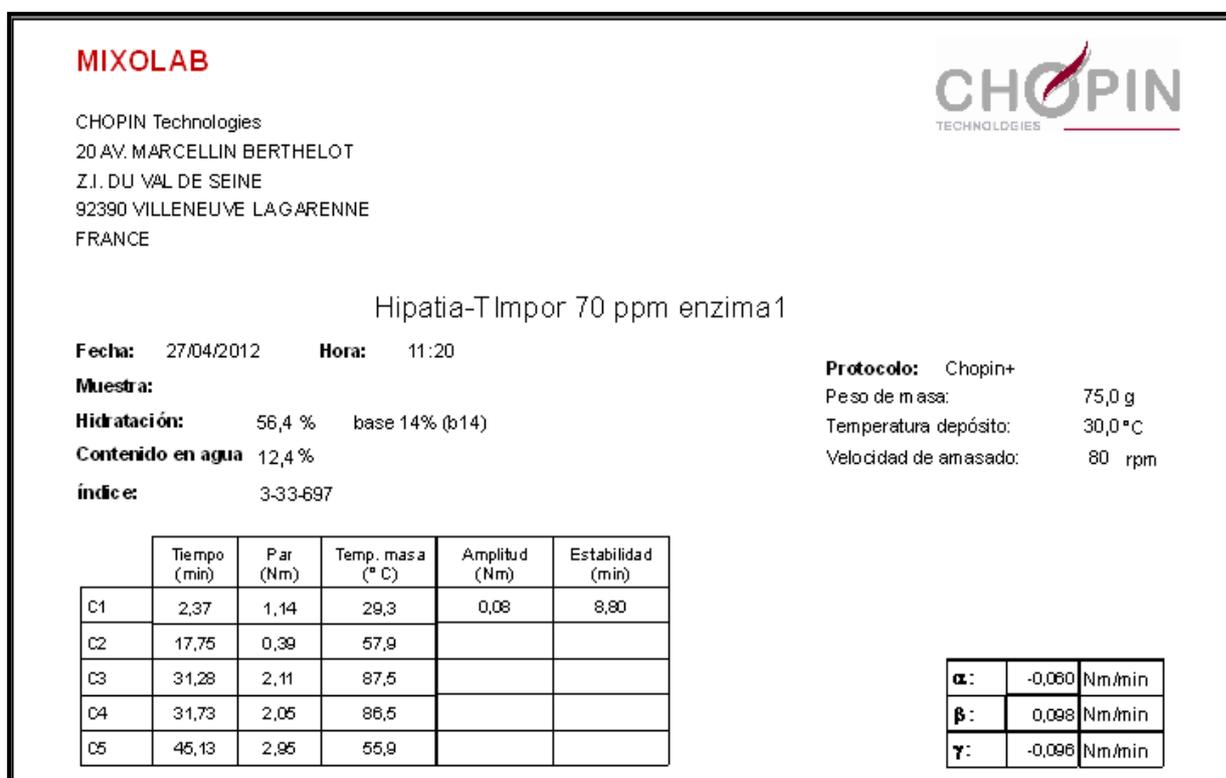
Gráfico E – 1.6: Comportamiento de la masa en harina pastelera replica 2



**Gráfico E – 1.7: Comportamiento de la masa del mejor tratamiento α_1b_0
(Harina Trigo Importado + 70 ppm enzima alfa amilasa).**



**Gráfico E – 1.8: Comportamiento de la masa del mejor tratamiento α_1b_0
(Harina Trigo Importado + 70 ppm enzima alfa amilasa), replica 2.**



ANEXO E – 2: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (TEXTURA).

Gráfico E – 2.1. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina de trigo nacional.

TexturePro CT V1.2 Build 9		Brookfield Engineering Labs, Inc.	
INFORME DATOS			
Descripción Muestra			
Nombre Producto:	Control trigo Nacional	Notas:	
N° lote:	3		
N° muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00 mm		
Anchura:	0,00 mm		
Altura:	25,00 mm		
Método Test			
Fecha:	16/11/2011	Hora:	15:12:34
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10,0 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	327 g		
Pico Presión:	65328 dyn/cm ²		

Gráfico E – 2.2. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina de trigo nacional replica 2.

TexturePro CT V1.2 Build 9		Brookfield Engineering Labs, Inc.	
INFORME DATOS			
Descripción Muestra			
Nombre Producto:	Control trigo Nacional	Notas:	
N° lote:	4		
N° muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00 mm		
Anchura:	0,00 mm		
Altura:	25,00 mm		
Método Test			
Fecha:	16/11/2011	Hora:	15:18:02
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10,0 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	340 g		
Pico Presión:	67926 dyn/cm ²		

Grafico E– 2.3. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina de trigo importado.

TexturePro CT V1.2 Build 9		Brookfield Engineering Labs, Inc.	
INFORME DATOS			
<u>Descripción Muestra</u>			
Nombre Producto:	control trigo importado	Notas:	
N° lote:	2		
N° muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Bloque		
Longitud:	10,00 mm		
Anchura:	0,00 mm		
Altura:	25,00 mm		
<u>Método Test</u>			
Fecha:	23/11/2011	Hora:	15:54:31
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10,0 mm	Mismo activador:	Falso
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
<u>Resultados</u>			
Ciclo 1 Dureza:	497 g		
Pico Presión:	69524 dyn/cm ²		

Gráfico E – 2.2. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina de trigo importado replica 2.

TexturePro CT V1.2 Build 9		Brookfield Engineering Labs, Inc.	
INFORME DATOS			
<u>Descripción Muestra</u>			
Nombre Producto:	control Trigo importado	Notas:	
N° lote:	2		
N° muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00 mm		
Anchura:	0,00 mm		
Altura:	25,00 mm		
<u>Método Test</u>			
Fecha:	04/01/2012	Hora:	15:21:22
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10,0 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
<u>Resultados</u>			
Ciclo 1 Dureza:	508 g		
Pico Presión:	63930 dyn/cm ²		

Gráfico E- 2.5. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina pastelera Santa Lucia.

TexturePro CT V1.2 Build 9		Brookfield Engineering Labs, Inc.	
INFORME DATOS			
Descripción Muestra			
Nombre Producto:	control Santa Lucia	Notas	
N° lote:	2		
N° muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00 mm		
Anchura:	0,00 mm		
Altura:	25,00 mm		
Método Test			
Fecha:	30/11/2011	Hora: 16:03:17	
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10,0 mm	Mismo activador:	Falso
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	225 g		
Pico Presión:	44951 dyn/cm ²		

Gráfico E 2.6. Textura del pan tipo muffin elaborado con Harina pastelera replica 2.

TexturePro CT V1.2 Build 9		Brookfield Engineering Labs, Inc.	
INFORME DATOS			
Descripción Muestra			
Nombre Producto:	control Santa Lucia	Notas	
N° lote:	3		
N° muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00 mm		
Anchura:	0,00 mm		
Altura:	25,00 mm		
Método Test			
Fecha:	30/11/2011	Hora: 16:07:26	
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10,0 mm	Mismo activador:	Falso
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
Resultados			
Ciclo 1 Dureza:	252 g		
Pico Presión:	50345 dyn/cm ²		

Gráfico E 2.7. Resultados del análisis de Textura en el Mejor Tratamiento a₁b₀ (Harina Trigo Importado + 70 ppm enzima Alfa Amilasa).

TexturePro CT V1.2 Build 9		Brookfield Engineering Labs, Inc.	
INFORME DATOS			
<u>Descripción Muestra</u>			
Nombre Producto:	alb0 Trigo importado	Notas	
N° lote:	1		
N° muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00 mm		
Anchura:	0,00 mm		
Altura:	25,00 mm		
<u>Método Test</u>			
Fecha:	04/01/2012	Hora:	15:32:22
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10,0 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
<u>Resultados</u>			
Ciclo 1 Dureza:	260 g		
Pico Presión:	51943 dyn/cm ²		

Gráfico E 2.8. Resultados del análisis de Textura en el Mejor Tratamiento a₁b₀ (Harina Trigo Importado + 70 ppm enzima Alfa Amilasa), replica 2.

TexturePro CT V1.2 Build 9		Brookfield Engineering Labs, Inc.	
INFORME DATOS			
<u>Descripción Muestra</u>			
Nombre Producto:	alb0 Trigo importado	Notas	
N° lote:	3		
N° muestra:	1		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10,00 mm		
Anchura:	0,00 mm		
Altura:	25,00 mm		
<u>Método Test</u>			
Fecha:	04/01/2012	Hora:	15:41:18
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10,0 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pretest:	2 mm/s
Carga Activación:	5 g	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	2	Celda Carga:	10000g
<u>Resultados</u>			
Ciclo 1 Dureza:	350 g		
Pico Presión:	69923 dyn/cm ²		

Anexo E – 3: Textura del Pan Tipo Muffin elaborado con diferentes tipos de harina de trigo, analizado en el texturometro Pro CT3 (BROOKFIELD).

Gráfico E 3.1: Picos de carga del pan tipo muffin elaborado con harina de trigo importado.

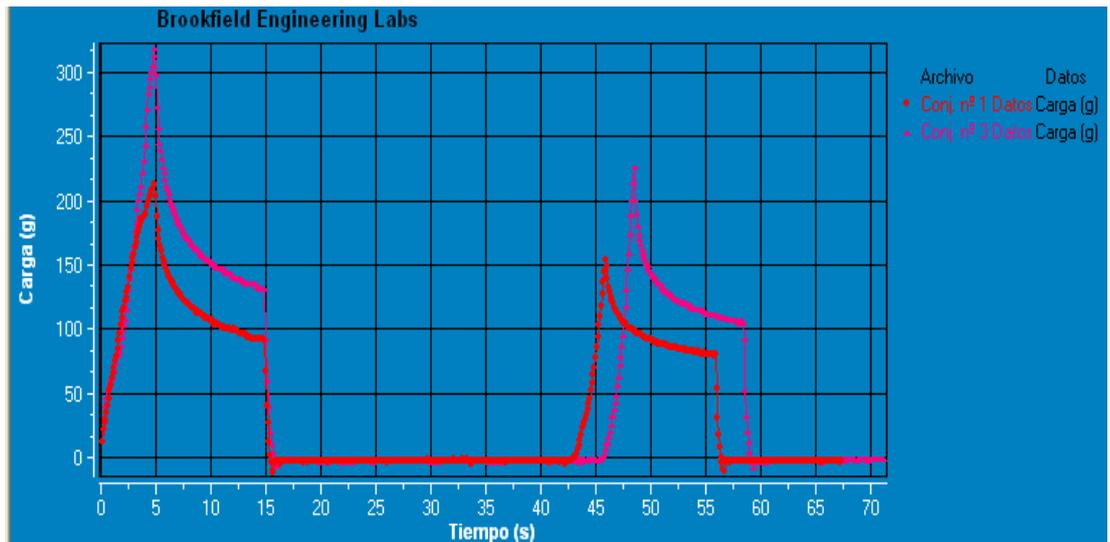


Gráfico E 3.2: Picos de carga del pan tipo muffin elaborado con harina de trigo nacional.

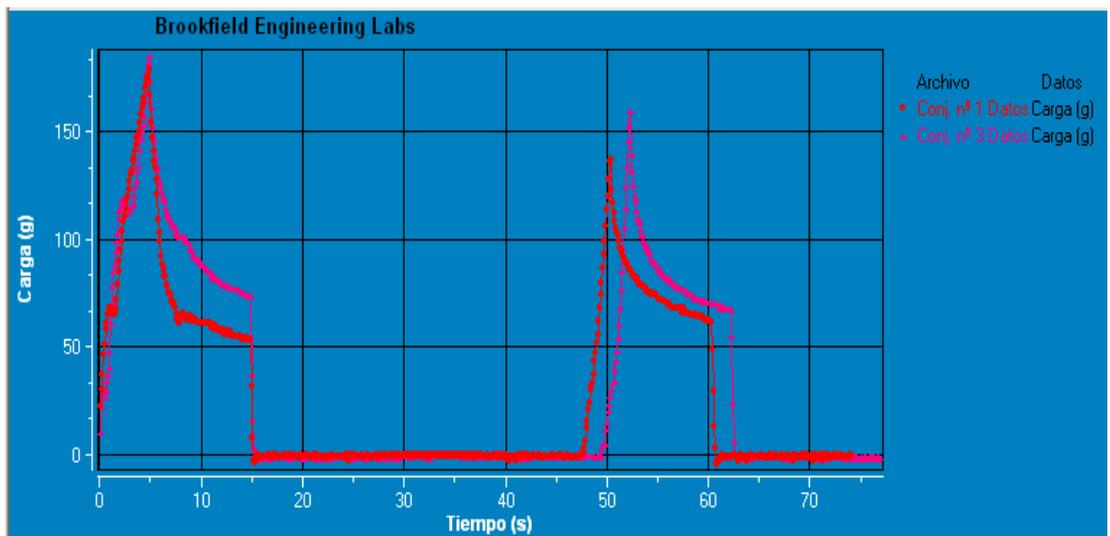
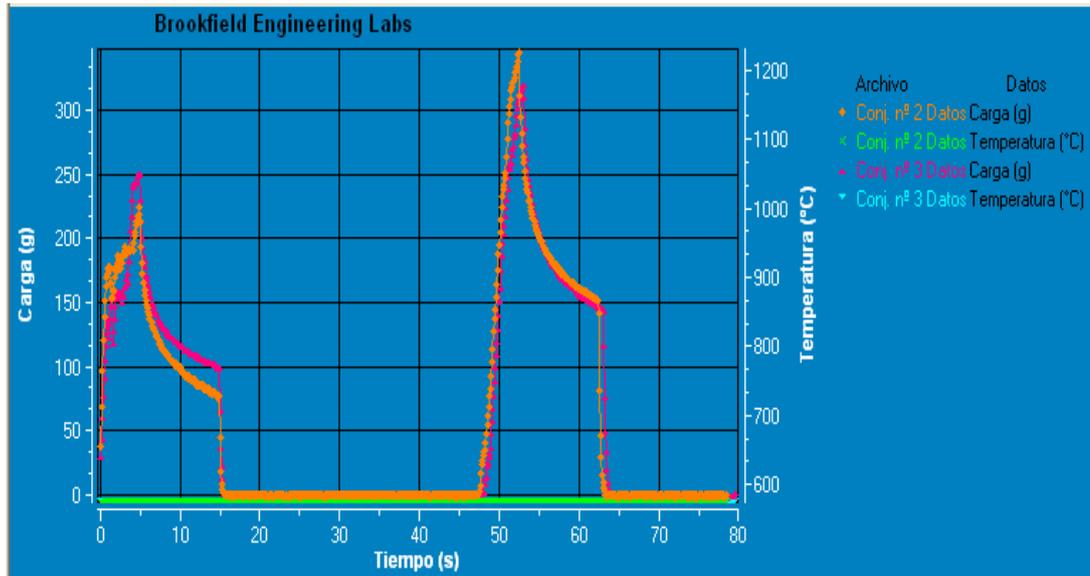
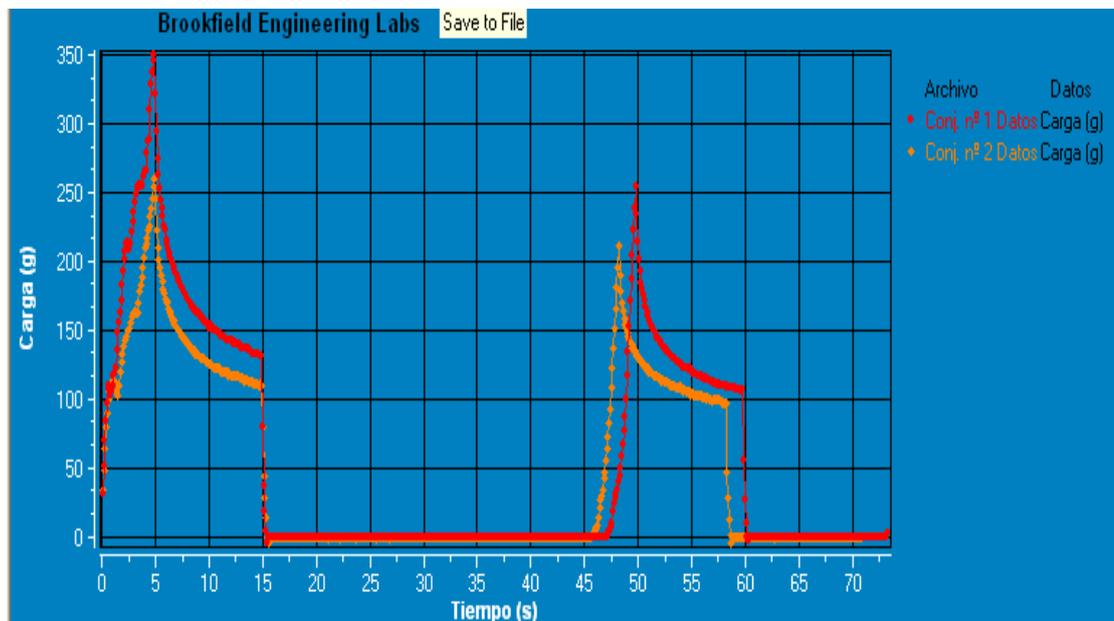


Gráfico E 3.3: Picos de carga del pan tipo muffin elaborado con harina de trigo pastelera (Santa Lucia).



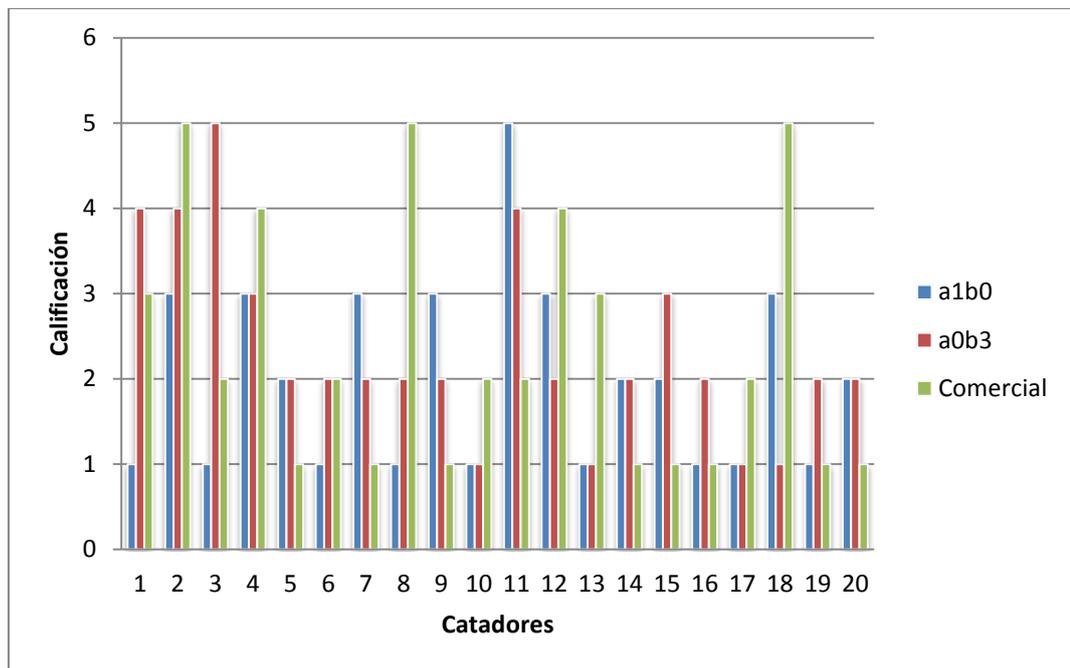
Textura del Pan Tipo Muffin en el mejor tratamiento a_1b_0 (harina de trigo importado + 70 ppm de enzima alfa amilasa).

Gráfico E 3.4: Picos de carga del pan tipo muffin mejor tratamiento a_1b_0 .



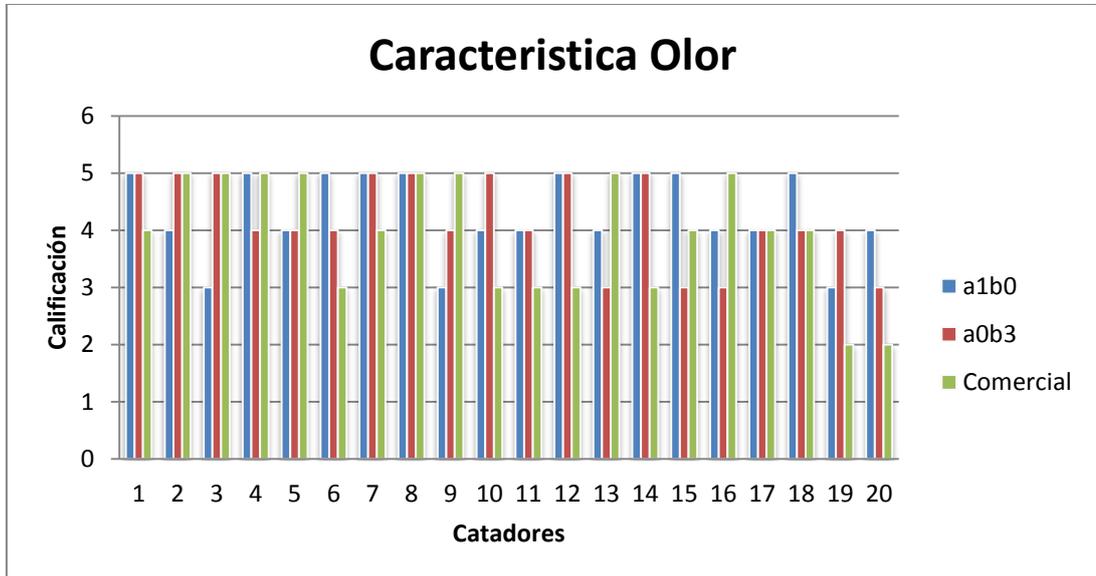
E – 4: Análisis sensorial del pan tipo muffin elaborado con harina de trigo nacional e importado, empleando concentraciones de enzima alfa amilasa 70 y 100 ppm; comparándolo con un pan tipo muffin comercial.

Gráfico E 4.1. Calificación de los catadores con respecto al color del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1b0), (a0b3) y comparado con muffin comercial (INACAKE INALECSA).



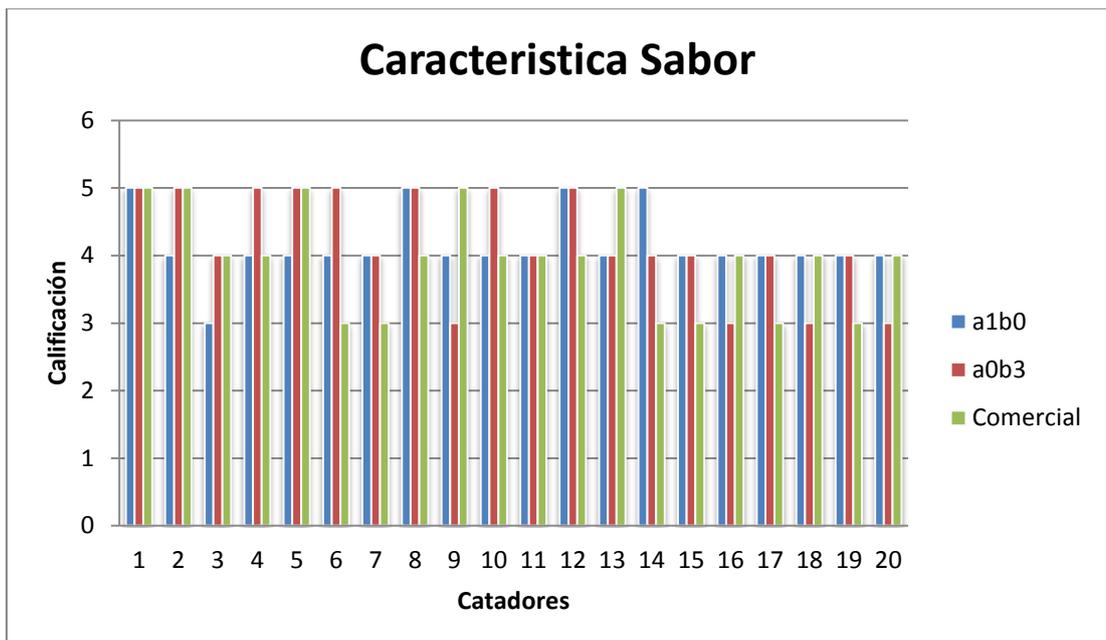
Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Gráfico E 4.2. Calificación de los catadores con respecto al olor del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1bo), (a0b3) y comparado con muffin comercial (INACAKE INALECSA).



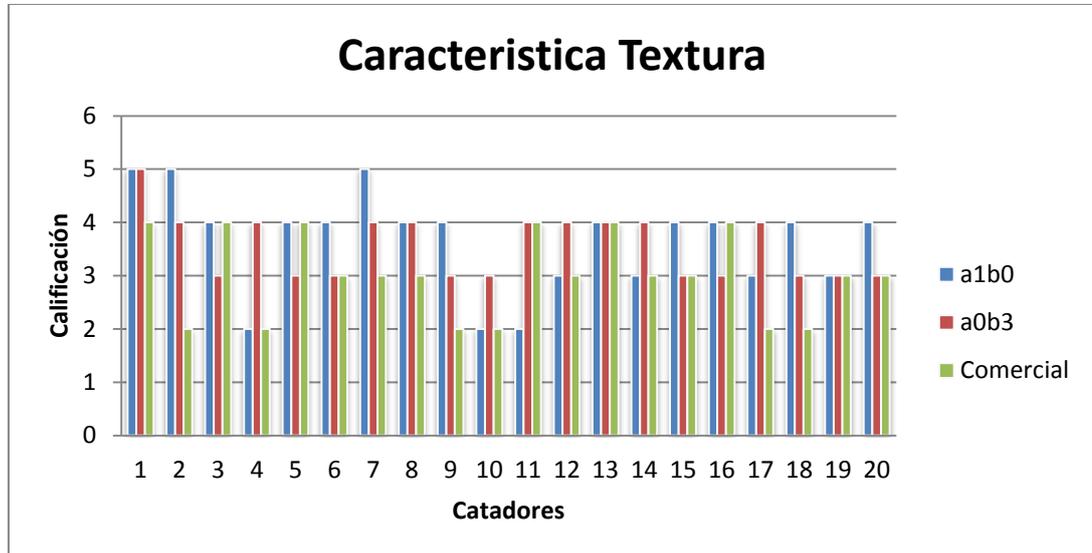
Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Gráfico E 4.3. Calificación de los catadores con respecto al sabor del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1bo), (a0b3) y comparado con muffin comercial (INACAKE INALECSA).



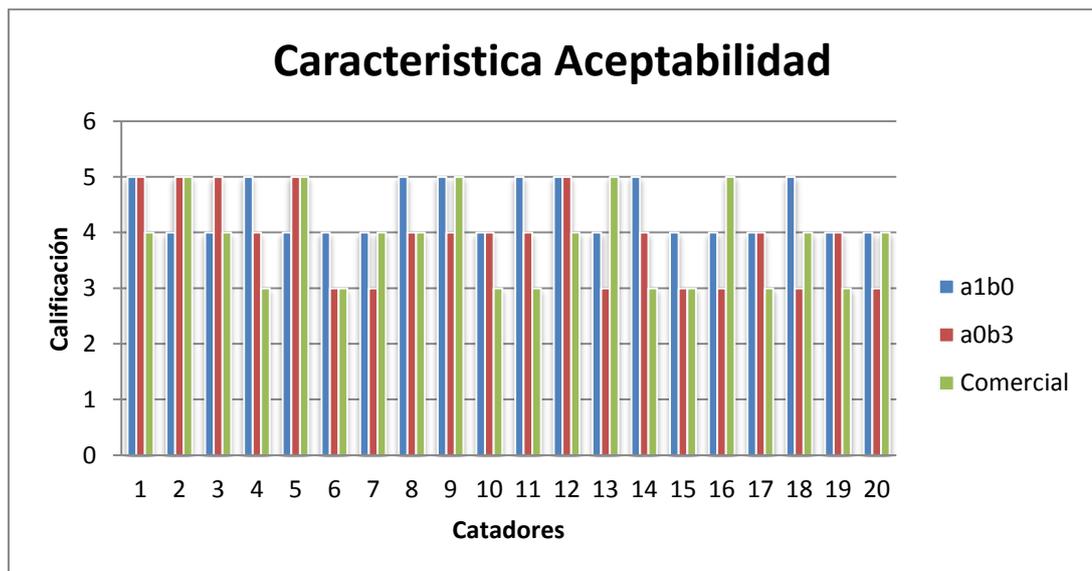
Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012

Gráfico E 4.4. Calificación de los catadores con respecto a la textura del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1b0), (a0b3) y comparado con muffin comercial (INACAKE INALECSA).



Elaborado por: *Hipatia Ronquillo G, 2012*

Gráfico E 4.5. Calificación de los catadores con respecto a la aceptabilidad del pan tipo muffin en los mejores tratamientos (a1b0), (a0b3) y comparado con muffin comercial (INACAKE INALECSA).



Elaborado por: *Hipatia Ronquillo G, 2012*

ANEXO F

**CALCULO DEL
TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PAN TIPO MUFFIN (MEJOR
TRATAMIENTO)**

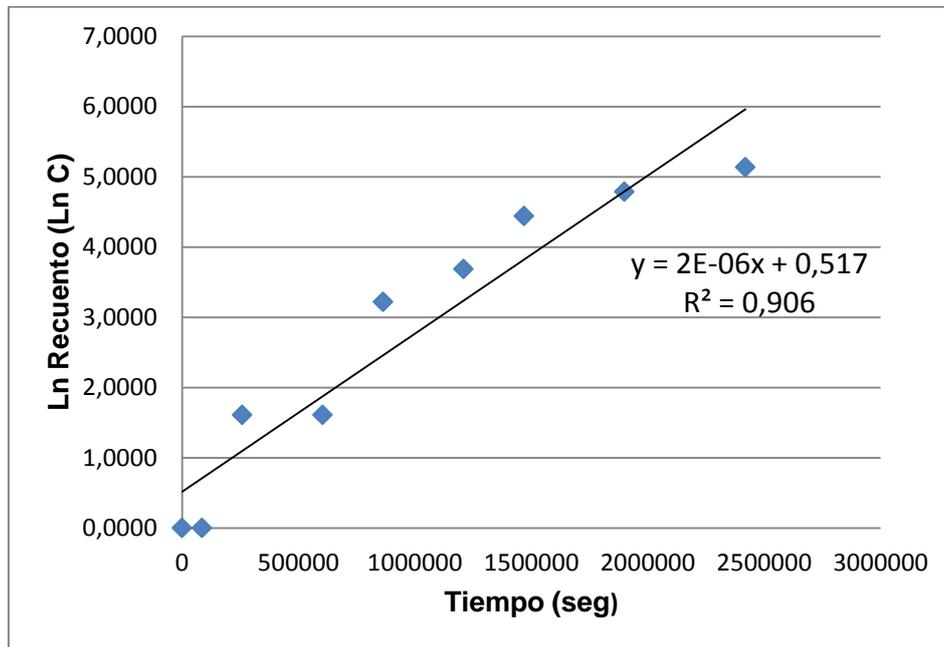
ANEXO F – 1. CALCULO DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Tabla F – 1.1: Tiempo de vida útil del pan tipo muffin basado en los microorganismos más críticos de este producto Mohos y levaduras (Ufc/gr. Muestra)

Tiempo (días)	Tiempo (seg.)	R1	R2	Promedio	In C
0	0	0	0	0	0,0000
1	86400	0	0	0	0,0000
3	259200	0	10	5	1,6094
7	604800	0	10	5	1,6094
10	864000	20	30	25	3,2189
14	1209600	40	40	40	3,6889
17	1468800	80	90	85	4,4427
22	1900800	130	110	120	4,7875
28	2419200	180	160	170	5,1358

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Gráfico F 1.1. Comportamiento del crecimiento microbiano mohos y levaduras del pan tipo muffin almacenado a temperatura ambiente del mejor tratamiento.



$$\ln N = \ln N_0 + k_g t$$

Donde:

Ln N = valor final de ln UFC/cm².

Ln N₀ = valor de "a" de la ecuación.

k_g = valor de "b" de la ecuación.

t = Tiempo de vida útil.

Ecuación de la gráfica Y= 0.000002 (t) + 0.517

$$5.1358 = 0.517 + 0.000002 * t$$

$$5.1358 - 0.517 = 0.000002 * t$$

$$(5.1358 - 0.517) / 0.000002 = t$$

$$t = 4.6188 / 0.000002$$

$$t = 2309400 \text{ segundos.}$$

El tiempo de vida útil estimado en base al análisis microbiológico una vez realizado el cálculo es de **26.729 días**, indicando que no se utilizó ningún conservante para evitar el crecimiento de estos microorganismos.

ANEXO G

ANÁLISIS DE COSTO DEL PRODUCTO ELABORADO

ANALISIS DE COSTO

Tabla G 1.1: Materiales Directos e Indirectos

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Harina trigo	Kg	100	1,1	110
Sal	Kg	0,5	0,41	0,205
Azúcar	Kg	60	1	60
Margarina	Kg	60	4,8	288
Chocolate	Kg	40	6	240
Huevos	Kg	70	1,95	136,5
Polvo de hornear	Kg	2	13	26
Leche	lt	40	0,8	32
Esencia de vainilla	Kg	0,5	0,02	0,01
Enzima	Kg	0,007	0,03	0,00021
Fundas	unidad	13000	0,03	390
			TOTAL	1252,715

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla G 1.2: Equipos y Utensilios

EQUIPOS	COSTO (\$)	VIDA UTIL (AÑOS)	COSTO ANUAL	COSTO DIA	COSTO HORA	HORAS UTILIZADAS	TOTAL (\$)
Balanza analítica	250	5	50	0,208	0,026	0,5	0,013
Balanza (25Kg)	100	10	10	0,042	0,005	1	0,005
Batidora	715	10	71,5	0,298	0,037	2	0,074
Horno 10 latas	8000	10	800	3,333	0,417	2	0,834
Mesa acero inoxidable	300	10	30	0,125	0,016	1	0,016
Moldes	30	3	10	0,042	0,005	1	0,005
Utensilios varios	300	5	60	0,250	0,031	1,5	0,047
						TOTAL	0,994

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla G 1.3: Suministros

SERVICIOS	UNIDAD	CONSUMO	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
Energía	Kw/h	2	0,16	0,32
Agua	m ³	1,5	0,2	0,3
Gas	Kg	2	0,15	0,3
			TOTAL	0,92

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla G 1.4: Personal

PERSONAL	SUELDO (\$)	DIAS LABORALES	COSTO DIA (\$)	COSTO HORA (\$)	HORAS UTILIZADAS	TOTAL (\$)
Técnico	350	20	17,5	2,19	8	17,52
Obrero	260	20	13	1,63	8	13,04
					TOTAL	11,437

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Tabla G 1.5: Costo de Producción

CAPITAL DE TRABAJO	MONTO
Materiales directos e indirectos	1252,715
Equipos y utensilios	0,994
Suministros	0,92
Personal	11,437
TOTAL	1296,066

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

Costo total	1266,066
Capacidad de producción	12000 unidades
Costo unitario/unidad muffin) = costo total/# de muffins	0,11
Utilidad 35%	0,039
Precio de venta cada muffin	0,15
Precio de venta presentación de 80gr	0,30

Elaborado por: Hipatia Ronquillo G, 2012.

El costo del pan tipo muffin es de 0.30 USD \$ en presentación de 80gr con una utilidad de 35%.

ANEXO H

FOTOGRAFÍAS DE LA EXPERIMENTACIÓN

Anexo H – 1. Equipos empleados en la experimentación (respuestas experimentales)



TEXTUROMETRO



BALANZA INFRARROJO



pH – METRO



EQUIPO MIXOLAB



HORNO EQUIPAN



BALANZA



MOLDES

Anexo G – 2. ANÁLISIS SENSORIAL



PRODUCTO ELABORADO Y HOJA DE CATA



PANEL DE CATAACION



DEGUSTACIÓN DEL PRODUCTO (NIÑOS 9 – 11 AÑOS)



DEGUSTACIÓN DEL PRODUCTO (PERSONAS 65 – 75 AÑOS)

Anexo G – 3. Análisis microbiológico



AUTOCLAVE



CÁMARA DE FLUJO LAMINAR



INCUBADORA

DIAGRAMA DE PROCESO



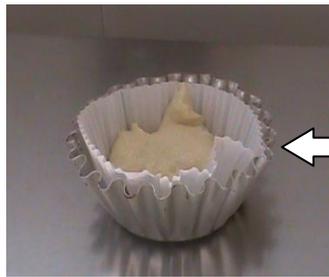
RECEPCIÓN



PESADO



BATIDO (1)



MOLDEADO



BATIDO



MEZCLA (2)



MEZCLA (1)



HORNEADO



ENFRIADO



EMPACADO

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE CALIDAD Y ACEPTABILIDAD DE PAN TIPO MUFFIN

Fecha:

Instrucciones: usted ha recibido tres muestras codificadas. Proceda a degustarlas una a continuación de la otra; marque con una X la alternativa que mejor describa su percepción., cuidando de enjuagarse la boca luego de cada degustación.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN	# DE MUESTRA		
COLOR	Crema claro			
	Crema oscuro			
	Ni café ni crema			
	Café oscuro			
	Café claro			
OLOR	Muy desagradable			
	Desagradable			
	Ni agrada ni desagrada			
	Gusta			
	Gusta mucho			
SABOR	Muy desagradable			
	Desagradable			
	Ni agrada ni desagrada			
	Gusta			
	Gusta mucho			
TEXTURA	Muy dura			
	Dura			
	Ni suave ni dura			
	Suave			
	Muy suave			
ACEPTABILIDAD	Muy desagradable			
	Desagradable			
	Ni agrada ni desagrada			
	Gusta			
	Gusta mucho			

Comentario:.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

LABORATORIO WSS

Inspección & Certificación de Calidad
Página 1 de 1
R-LB-15 Rev.04



INFORME DE ENSAYO N° 0289

Número de OT: 9400
Cliente: HPATA RONQUILLO
Dirección: Av. Los Chasquis y los Altos, Sector Iuchi (Ambato - Tungurahua)
Laboratorio: Microbiología Físico Químico

Instrumental
Muestra: Muffes
Tipo de Muestra: Proporciónada
De muestreo
Tipo de envase: Funda plástica
Fecha de recepción: 3 Febrero 2012
Fecha de inicio de Ensayo: 3 Febrero 2012
Cantidad de Muestra: 500 g
Hora: 15:30
Fecha de término de ensayo: 13 Febrero 2012

ANÁLISIS RESULTADOS

Muestra - Descripción	Ensayo	Resultado
MUFFES: a 1b0	DIGESTIBILIDAD	99.00%
MUFFES: a 0b3	DIGESTIBILIDAD	88.00%

Métodos de Ensayo:
Digestibilidad: AOAC 971/09

Comentarios:
0617= Muffes: a 1b0
0618= Muffes: a 0b3

Observaciones:
Los resultados corresponden tan sólo a las muestras sometidas a ensayo.
La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio.

Guayaquil, 14 de Febrero del 2012


Ing. Roberto Palomino R.
Jefe de División Laboratorios
WSS ECUADOR S.A.

Rev 04 06.01.2012



ANEXO I

NORMAS

REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 67.04.50:08

CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS.

CORRESPONDENCIA: Este Reglamento técnico es una adaptación parcial de la Norma Sanitaria sobre criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Ministerio de Salud Perú; Criterios Microbiológicos para alimentos en países de América Latina que utilizan plan de muestreo; Reglamento Sanitario de los Alimentos. Decreto supremo N 977/1996. Ministerio de Salud. Chile; Normas microbiológicas por alimentos de España. Grupos de Alimentos de la Sociedad Española de Microbiología. ICS 67.050 RTCA 67.04.50:08

Reglamento Técnico Centroamericano, editado por:

Ministerio de Economía, MINECO

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT

Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, MIFIC

Secretaría de Industria y Comercio, SIC

Ministerio de Economía Industria y Comercio, MEIC

Derechos Reservados.

MIEMBROS PARTICIPANTES

Por Guatemala

Ministerio de Salud y Asistencia Social

Por El Salvador

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Por Nicaragua

Ministerio de Salud

Por Honduras

Secretaría de Salud

Por Costa Rica

Ministerio de Salud

OBJETO

El presente reglamento tiene como objeto establecer los parámetros microbiológicos y sus límites de aceptación para el registro y la vigilancia en los puntos de comercialización de la inocuidad de los alimentos.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las disposiciones del presente reglamento serán aplicables a todo alimento previamente empacado, sujeto de registro sanitario, que se comercialice para consumo final dentro del territorio de los países de la región centroamericana.

DEFINICIONES

Para la aplicación del presente reglamento se establecen las siguientes definiciones:

Alimento: toda sustancia procesada, semiprocada o no procesada, que se destina a la ingesta humana incluidas las bebidas, goma de mascar y cualquier otra sustancia que se utilicen en la elaboración, preparación y tratamiento del mismo, pero no incluye los cosméticos, el tabaco ni las sustancias que se utilizan como medicamentos.

Alimento procesado: el alimento que ha sido sometido a un proceso tecnológico adecuado para su conservación y consumo ulterior.

Alimento semiprocado: es el alimento que ha sido sometido a un proceso tecnológico adecuado para su conservación y que requiere de un tratamiento previo a su consumo ulterior.

Alimento no procesado: es el alimento que no ha sufrido modificaciones de origen físico, químico o biológico, salvo las indicadas por razones de higiene o por la separación de partes no comestibles.

Alimento contaminado: aquel que contenga cualquier agente biológico o químico, materia extraña u otras sustancias no añadidas intencionalmente y que pueden comprometer la inocuidad o la aptitud de los alimentos tomados. Microorganismos patógenos, toxinas, virus, sustancias radioactivas o impurezas de origen orgánico o mineral repulsivas, inconvenientes o nocivas para la salud.

Criterio microbiológico de Inocuidad: define la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basado en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, o en la cantidad de sus toxinas o metabolitos, por unidad o unidades de masa, volumen, superficie o lote y es aplicable a productos comercializados.

Inocuidad de los alimentos: es la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.

Indicador microbiológico: microorganismos no patógenos frecuentemente asociados a éstos, utilizados para reflejar el riesgo de la presencia de agentes causantes de enfermedades.

Límite máximo permitido: valor del parámetro microbiológico máximo permitido en el alimento.

Parámetro microbiológico: las determinaciones específicas practicadas a cada alimento, tales como, microorganismos indicadores, microorganismos patógenos, u otros que causen infección y enfermedad.

Registro sanitario: procedimiento establecido, por el cual los alimentos procesados son aprobados por la autoridad sanitaria de cada Estado Parte para su comercialización.

Riesgo: función de la probabilidad de un efecto nocivo para la salud y de la gravedad de dicho efecto, como consecuencia de un peligro o peligros en los alimentos.

Similares (sucedáneos, análogo o imitación): Sustancia que posee propiedades parecidas y que puede reemplazar a otra.

Vigilancia Sanitaria: es la permanente y sistemática evaluación de las condiciones sanitarias de los alimentos ejercida por la autoridad sanitaria competente de cada Estado Parte con el objeto principal de proteger la salud de la población

Símbolos y abreviaturas

n = número de unidades de muestras.

m = Criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud.

c = número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre m y M para que el alimento sea aceptable.

M = Criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.

NMP= Número más probable

spp= Subespecies de un género de microorganismos

UFC= Unidades formadoras de colonias

CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS POR RIESGO

Para registro y vigilancia sanitaria se clasifican los alimentos basándose en la probabilidad de causar daño a la salud, la gravedad de dicho efecto y los factores de riesgo descritos de la siguiente manera:

Alimento Riesgo tipo A: Comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una alta probabilidad de causar daño a la salud.

Alimento Riesgo tipo B: Comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una mediana probabilidad de causar daño a la salud.

Alimento Riesgo tipo C: Comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una baja probabilidad de causar daño a la salud.

GRUPOS DE ALIMENTOS DE ACUERDO AL ORIGEN Y/O TECNOLOGÍA APLICADA EN SU ELABORACIÓN

Los términos utilizados en las definiciones de los grupos de alimentos de este reglamento han sido definidos con el único propósito de clasificar y agrupar los diferentes tipos de alimentos con fin de establecer los criterios microbiológicos y no aplican para fines de etiquetado en cuanto a denominación del producto.

Grupo 7: Pan y productos de panadería y pastelería

Incluye las categorías relativas al pan y los productos de panadería ordinaria y los productos de panadería fina dulces, salados y aromatizados.

7.1. Subgrupo del alimento: Pan, productos de panadería ordinaria y mezclas en polvo. Frescos o congelados.

7.2. Subgrupo del alimento: Panadería fina con o sin relleno (galletas, queque, pasteles, tortas) otros productos de panadería fina (dulces, salados, aromatizados) y mezclas. Incluye otros productos de panadería fina, como donas, panecillos dulces y muffins, frescos o congelados.

7. grupo de alimento: pan y productos de panadería y pastelería. Incluye las categorías relativas al pan y los productos de panadería ordinaria y mezclas en polvo. Frescos o congelados y los productos de panadería fina dulces, salados y aromatizados.

7.1 subgrupo de alimento: Pan, productos de panadería ordinaria y mezclas en polvo. Frescos o congelados

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	6	B	< 3NMP/g

7.1 Subgrupo del alimento: Panadería fina con o sin relleno (galletas, queque, pasteles, tortas) otros productos de panadería fina (dulces, salados, aromatizados) y mezclas. Incluye otros productos de panadería fina como donas, panecillos dulces y muffins, Frescos y congelados

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	6	B	< 3 NMP / g
<i>Staphylococcus aureus</i> (productos rellenos de crema)	6		10 ² UFC / g
<i>Salmonella s.f.</i> / 25g (productos rellenos de crema, cacao y carne)	10		Ausencia

VIGILANCIA Y VERIFICACIÓN

La verificación de este reglamento corresponde a las autoridades sanitarias competentes de cada Estado Parte. Los programas de vigilancia deberán estar basados en la evaluación de riesgo y evidencias científicas.

Los productos clasificados de riesgo A, debido a su alto riesgo, la verificación de los parámetros indicados en este reglamento deberá estar limitada a 5 veces durante el periodo de vigencia del registro sanitario, a excepción que se presenten denuncias o evidencias justificadas de incumplimiento de este reglamento.

Los productos clasificados de riesgo B, debido a su mediano riesgo, la verificación de los parámetros indicados en este reglamento deberá estar limitada a 4 veces durante el periodo de vigencia del registro sanitario, a excepción que se presenten denuncias o evidencias justificadas de incumplimiento de este reglamento.

Los productos clasificados de riesgo C, debido a su bajo riesgo, la verificación de los parámetros indicados en este reglamento deberá estar limitada a 3 veces durante el periodo de vigencia del registro sanitario, a excepción que se presenten denuncias o evidencias justificadas de incumplimiento de este reglamento.

BIBLIOGRAFÍA

CAC/GL 21-1997. Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios Microbiológicos a los alimentos.

CAC/STAN 192-1995.Rev. 5 (2004).Appendix B from CAC/MISC 6- 2001.List of CODEX Advisory specifications for food additives.

International Committee on Microbiological Standards of Foods (ICMSF).Microorganisms in foods 2: Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications. Second Edition

Reglamento Sanitario de los Alimentos Decreto N° 977/96 D. Of 13.05.97

Reglamento de MERCOSUR (Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Perú, Venezuela)

Normas Microbiológicas por Alimentos de España. Grupo de alimentos de la Sociedad Española de Microbiología.

**NORMA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN, ELABORACIÓN Y
EXPENDIO DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, GALLETERÍA Y
PASTELERÍA RM N° 1020-2010/MINSA.**

Dirección General de Salud Ambiental
Ministerio de Salud
Lima –Perú2011

PRESENTACIÓN

La presente Norma sanitaria tiene como propósito proteger la salud de los consumidores, disponiendo los requisitos sanitarios que deben cumplir los productos de panificación, galletería y pastelería y los establecimientos que los fabrican, elaboran y expenden.

FINALIDAD

Contribuir a proteger la salud de los consumidores disponiendo los requisitos sanitarios que deben cumplir los productos de panificación, galletería y pastelería y los establecimientos que los fabrican, elaboran y expenden.

OBJETIVOS

- a) Establecer los principios generales de higiene que deben cumplir los establecimientos donde se elaboran y/o expenden productos de panificación, galletería y pastelería.
- b) Establecer las características de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los productos elaborados en panaderías, galleterías y pastelerías para ser considerados aptos para el consumo humano.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente norma sanitaria es de aplicación a nivel nacional y comprende a todos los establecimientos donde se fabrican, elaboran, y expenden productos de panificación, galletería y pastelería.

BASE LEGAL Y TÉCNICA

Base legal

Ley N° 26842, Ley General de Salud.

Ley N° 29571, Código de protección y defensa del consumidor

Decreto Legislativo N° 1062 que aprueba la Ley de Inocuidad de los Alimentos

Decreto Supremo N° 034-2008-AG que aprueba el Reglamento de la Ley de Inocuidad de los Alimentos.

Decreto Supremo N° 012-2006-SA, que aprueba el Reglamento de la Ley

N° 28314, Ley que dispone la fortificación de harinas con micronutrientes.

Base técnica

Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. Higiene de los Alimentos. Textos Básicos. 3ª edición FAO/OMS 2003.

Normas Técnicas Peruanas: NTP 206.001.1981.GALLETAS.Requisitos; NTP

206.002.1981. BIZCOCHOS. Requisitos; NTP 206.004.1988, PAN DE MOLDE.

Pan blanco y pan integral y sus productos tostados; NTP 206.018.1984OBLEAS.

Requisitos.

DISPOSICIONES GENERALES

Para fines de la presente norma sanitaria se aplican las siguientes definiciones:

Aditivo alimentario: Cualquier sustancia que normalmente no se consume como alimento ni se usa normalmente como ingrediente característico del alimento, tenga o no valor nutritivo y cuya adición intencional al alimento con un fin tecnológico (incluso organoléptico) en la fabricación, elaboración, preparación,

tratamiento, envasado, empaquetamiento, transporte o conservación de ese alimento, resulta, o es de prever que resulte (directa o indirectamente) en que esta sustancia o sus derivados pasen a ser un componente de tales alimentos o afecten a las características de éstos. El término no comprende los contaminantes ni las sustancias añadidas a los alimentos para mantener o mejorar la calidad nutricional, ni el cloruro de sodio.

Buenas Prácticas de Manufactura o Manipulación (BPM): Conjunto de medidas aplicadas a la elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería, destinadas a asegurar su calidad sanitaria e inocuidad.

Calidad sanitaria: Es el conjunto de requisitos microbiológicos y fisicoquímicos que debe reunir un alimento, que indican que no está alterado (indicadores de alteración) y que ha sido manipulado con higiene (indicadores de higiene) para ser considerado apto para el consumo humano.

Codex Alimentarius: El Codex Alimentarius es una colección de normas alimentarias y textos afines tales como códigos de prácticas, directrices y otras recomendaciones aceptados internacionalmente y presentados de modo uniforme. El objeto de estas normas alimentarias y textos afines es proteger la salud del consumidor y asegurar la aplicación de prácticas equitativas en el comercio de los alimentos. La Comisión del Codex Alimentarius fue creada en 1963 por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), para desarrollar esta colección de normas alimentarias y textos afines bajo el Programa Conjunto FAO/OMS de Normas Alimentarias.

Contaminación cruzada: Es la transferencia de contaminantes, en forma directa o indirecta, desde una fuente de contaminación a un alimento. Es directa cuando hay contacto del alimento con la fuente contaminante, y es indirecta cuando la transferencia se da a través del contacto del alimento con vehículos o vectores contaminados como superficies vivas (manos), inertes (utensilios, equipos, etc.), exposición al medio ambiente, insectos y otros vectores, entre otros.

DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud.

DIRESA: Dirección Regional de Salud.

DISA: Dirección de Salud.

Fábrica de productos de panificación, galletería y pastelería:

Establecimiento donde se transforman industrialmente materias primas para la obtención de productos de panificación, galletería y pastelería, cuya vida útil permite su comercialización por períodos superiores a las 48 horas. Los productos están sujetos a Registro Sanitario y se expenden envasados en origen.

Fortificación de la harina: Es la adición de micronutrientes en la harina de trigo conforme a la legislación vigente, con el propósito de prevenir o reducir una deficiencia nutricional.

Inocuidad de los alimentos: La garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan. Se relaciona principalmente con la presencia de peligros significativos como los microorganismos patógenos.

Panadería: Establecimiento donde se elaboran productos de panificación, galletería y/o pastelería, de expendio directo al público desde el propio local y para consumo dentro de las 48 horas. Los productos no requieren de Registro Sanitario.

Peligro: Cualquier agente de naturaleza biológica, química o física presente en el alimento, o bien la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud.

Principio PEPS: Sistema de rotación que se aplica a los alimentos en almacenamiento respetando el principio de utilizar los alimentos que han ingresado primero a almacén, considerando las fechas de vencimiento. (“Primero en entrar, Primero en salir”).

Productos de panificación: Comprenden todo tipo de panes con y sin fermentación, horneados y no horneados, tales como panes de labranza, panes de molde, panes integrales, panes especiales, entre otros.

Productos de galletería: Comprende todo tipo de galletas, con y sin relleno.

Productos de pastelería: Comprende productos tales como, pasteles dulces y salados, rellenos y sin rellenos, tortas, empanadas, tartas y similares.

Vigilancia sanitaria: Conjunto de actividades de observación, evaluación y medición de parámetros de control, que realiza la autoridad sanitaria competente sobre las condiciones sanitarias de elaboración, distribución y expendio de productos de panadería y pastelería en protección de la salud de los consumidores.

DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

Requisitos de calidad sanitaria e inocuidad de los productos de panificación, galletería y pastelería.

Aditivos y coadyuvantes de elaboración

Sólo se autoriza el uso de aditivos y coadyuvantes de elaboración permitidos por el Codex Alimentarius y la legislación vigente, teniendo en cuenta que los niveles deben ser el mínimo utilizado como sea tecnológicamente posible. Conforme a la legislación vigente está prohibido el uso de la sustancia química bromato de potasio para la elaboración de pan y otros productos de panadería, pastelería, galletería y similares.

Criterios físico químicos

Producto	Parámetro	Límites máximos permisibles
Pan de molde (blanco, integral y sus productos tostados)	Humedad	40% - pan de molde
		6% - pan tostado
	Acidez (exp. en ácido sulfúrico)	0.5% (base seca)
	Cenizas	4.0% (base seca)
Pan común o de labranza (francés, baguette y similares)	Humedad	23% (min.) – 35% (máx.)
	Acidez (exp. en ácido sulfúrico)	No más de 0.25% calculada sobre la base de 30% de agua.
Galletas	Humedad	12%
	Cenizas totales	3%
	Índice de peróxido	5 mg / Kg
	Acidez (exp. en ácido láctico)	40%
Bizcochos y similares con y sin relleno (panetón, chancay, panes de dulce, pan de pasas, pan de camote, pan de papa, tortas, tartas, pasteles y otros similares)	Humedad	40%
	Acidez (exp. en ácido láctico)	0.70%
	Cenizas	3%
Obleas	Humedad	4% (obleas)
		5% (obleas rellenas)
		9% (obleas tipo barquillo)
	Acidez (exp. en ácido oleico)	0.20 %
	Índice de peróxido	5 mg / Kg

Criterios microbiológicos

Los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir las harinas y similares, así como los productos de panificación, galletería y pastelería, son los siguientes, pudiendo la autoridad sanitaria exigir criterios adicionales debidamente sustentados para la protección de la salud de las personas, con fines epidemiológicos, de rastreabilidad, de prevención y ante emergencias o alertas sanitarias:

a) Harinas, sémolas, féculas y almidones

Harinas y sémolas						
Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10^4	10^5
<i>Eschericha Coli</i>	5	3	5	2	10	10^2
<i>Bacillus cereus</i> (*)	7	3	5	2	10^3	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	-----
(*) Solo para harinas de arroz y/o maíz.						
Féculas y almidones						
Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10^3	10^4
<i>Eschericha Coli</i>	5	3	5	2	10	10^2
<i>Bacillus cereus</i>	7	3	5	2	10^3	10^4
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/ 25g	-----

b) Productos de panificación, galletería y pastelería.

Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, obleas, prepizzas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Escherichia Coli</i>	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i> (**)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/ 25g	-----
<i>Bacillus cereus</i> (***)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
(*) Para productos con relleno (**) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales (***) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz						
Productos que requieren refrigeración con o sin relleno y/o cobertura (pasteles, tortas, tartas, empanadas, pizzas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Escherichia Coli</i>	6	3	5	1	10	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²

<i>Clostridium perfringens</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	3	5	1	Ausencia/ 25g	-----
<i>Bacillus cereus</i> (**)	8	2	5	0	10 ²	10 ⁴
(*) Para aquellos productos con carne, embutidos y otros derivados cárnicos, y/o vegetales.						
(**) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz						

DISPOSICIONES FINALES

Primera.- Las Municipalidades, en cumplimiento de la presente norma sanitaria del Ministerio de Salud, establecerán las disposiciones que sean necesarias para su implementación.

Segunda.- La DIGESA propondrá la actualización de las Fichas de evaluación sanitaria de los anexos de la presente norma sanitaria, cuando lo considere necesario.

Tercera.- La Ficha de Evaluación Sanitaria se constituye en un Acta del proceso de inspección sanitaria, la misma que deberá ser firmada por la Autoridad sanitaria representada por el inspector sanitario que realiza la inspección, por el representante de la empresa y el responsable del control de calidad u otro asignado por la empresa. La negativa por parte de los representantes o designados por la empresa para la firma del Acta no invalida la misma.

Cuarta.- Los criterios microbiológicos “Criterios microbiológicos” literal b) “Productos de panificación, galletería y pastelería” de la presente Norma sanitaria, modifican los criterios microbiológicos correspondientes al Grupo VIII. “Productos de Panadería, Pastelería y Galletería” de la NTS N° 071-MINSA/DIGESAV.01. “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” aprobada mediante Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Recuento total de microorganismos NTE INEN 1529-5:06 Voluntaria AL 01.05-303.

Principio: este procedimiento microbiológico es de carácter general indica el número de microorganismos aerobios por cantidad de alimento. El método consiste en cuantificar la cantidad de bacterias vivas o de unidades formadoras de colonias (UFC) que se encuentran en una determinada cantidad de alimento.

A. Materiales y equipos

- Medio Agar para recuento en placas (PCA)
- Pipetas
- Cajas petri
- Erlenmeyers
- Matraz de 250 ml
- Estufa de incubación
- Contador de colonias

B. Procedimiento

- Preparación del medio de cultivo PCA: Disolver 23.5 g en un litro de agua desmineralizada, calentando en un baño de agua hirviendo.
- Luego disolver el medio de cultivo, se lo esteriliza colocándolo en el autoclave a 121°C por 15 minutos.
- Se deja enfriar el medio más o menos a 40°C y procedemos a colocarlas en las cajas petri, unos 10 ml en cada caja.
- Licuar la muestra con agua desmineralizada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
- Con una pipeta perpendicular a la caja colocar 1ml de muestra.
- Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
- Se incuban las cajas petri invertidas en la estufa a 35 +/- 2°C.

- No apilar más de 6 placas.
- Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Quebec o una fuente de luz con aumento.

Recuento de mohos y levaduras NTE INEN 1529-10:98 Voluntaria AL 01.05-308.

Principio: este procedimiento microbiológico sirve como criterio de recontaminación en alimentos que han sufrido un tratamiento higienizante y que han sido sometidos a condiciones de conservación.

Los mohos se desarrollan en una actividad de agua de 0.62 a 0.93 a temperaturas de 25 a 30°C; con un pH de 2 – 8.5.

Las levaduras son hongos verdaderos que han adoptado una morfología unicelular, que se reproducen asexualmente por gemación. Su actividad de agua es de 0.88 a 0.94. El intervalo de temperatura es de 25 a 30°C. su pH es de 4.45.

A. Materiales y equipos

- Medio Agar para recuento en placas (PDA)
- Pipetas
- Cajas petri
- Erlenmeyers
- Matraz de 250 ml
- Estufa de incubación
- Contador de colonias

B. Procedimiento

- Preparación del medio de cultivo PDA: Disolver 39 g en un litro de agua desmineralizada, calentando en un baño de agua hirviendo.

- Luego disolver el medio de cultivo, se lo esteriliza colocándolo en el autoclave a 121°C por 15 minutos.
- Se deja enfriar el medio más o menos a 40°C y procedemos a colocarlas en las cajas petri, unos 10 ml en cada caja.
- Licuar la muestra con agua desmineralizada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
- Con una pipeta perpendicular a la caja colocar 1ml de muestra.
- Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
- Se incuban las cajas petri invertidas en la estufa a 35 +/- 2°C.
- No apilar más de 6 placas.
- Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Quebec o una fuente de luz con aumento.

Recuento de *S. aureus* NTE INEN 1529-10:98 Voluntaria AL 01.05-312.

Principio: *S. aureus* es un microorganismo anaerobio facultativo, este microorganismo produce entero toxinas, que actúa a niveles del tubo digestivo produciendo náuseas, vómitos y diarreas. Estos síntomas aparecen a las pocas horas de haber ingerido el alimento contaminado.

A. Materiales y equipos

- Medio Agar para recuento en placas (MSA)
- Pipetas
- Cajas petri
- Erlenmeyers
- Matraz de 250 ml
- Estufa de incubación
- Contador de colonias

B. Procedimiento

- Preparación del medio de cultivo Manitol Sal MSA: Disolver 111 g en un litro de agua desmineralizada, calentando en un baño de agua hirviendo.
- Luego disolver el medio de cultivo, se lo esteriliza colocándolo en el autoclave a 121°C por 15 minutos.
- Se deja enfriar el medio más o menos a 40°C y procedemos a colocarlas en las cajas petri, unos 10 ml en cada caja.
- Licuar la muestra con agua desmineralizada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
- Con una pipeta perpendicular a la caja colocar 1ml de muestra.
- Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
- Se incuban las cajas petri invertidas en la estufa a 35 +/- 2°C.
- No apilar más de 6 placas.
- Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Quebec o una fuente de luz con aumento.