

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultado de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Mejora de calidad sensorial y funcional de pan de molde blanco
rebanado”

INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO EN ALIMENTOS

Presentado por:

Everaldo Hernán Ramírez Mayeza

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2012

AGRADECIMIENTO

A todos aquellos que hicieron posible la realización de este proyecto, a los que facilitaron la información, a los que brindaron apoyo y consejos.

A la Ing. Grace Vásquez Véliz por la guía proporcionada y la dirección de mismo.

DEDICATORIA

A DIOS

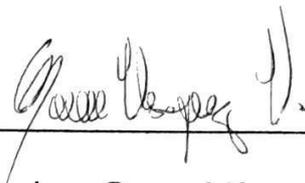
A MI ESPOSA

A MIS PADRES

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Gustavo Guerrero M.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Grace Vásquez V.
DIRECTORA DE INFORME
DE TRABAJO PROFESIONAL



Ing. Priscila Castillo S.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe de Trabajo Profesional, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'E' followed by 'R', 'M', and 'R'. The signature is written over a horizontal line.

Everaldo Hernán Ramírez Mayeza

RESUMEN

El presente informe de Trabajo Profesional se desarrolló en una importante empresa que lleva más de 60 años produciendo pan, productos de bollería, dulces y pasteles en la ciudad de Guayaquil.

El pan molde blanco rebanado, uno de sus productos de mayor volumen de ventas, presentó problemas muy serios de calidad, originando devoluciones de producto y cancelaciones de pedidos de clientes frecuentes de manera tal que repercutieron drásticamente las ventas, causando pérdidas económicas a la empresa. Por lo que se llevó a cabo el presente trabajo cuyo principal objetivo fue corregir los defectos de calidad percibidos por los consumidores a través de una reformulación y ajustes en los procesos productivos.

Para ello se realizó un análisis de la opinión del público que había sido recogida a través de una encuesta directa a los consumidores carretilleros repartidos en toda la ciudad, la cual indicó que los principales problemas de calidad fueron: falta de resistencia a la untabilidad, falta de suavidad y corto tiempo de vida útil. Se plantearon las posibles causantes de los problemas de calidad, revisando la formulación tradicional, las características físicas, químicas y reológicas de la harina como principal ingrediente y estudiando los procesos llevados en la planta. Se establece la forma de cuantificarlos y se ejecutan los correctivos. Finalmente se realiza un test sensorial analizando los resultados con ANOVA y se concluye que la fórmula desarrollada es aceptada por los consumidores y si es significativamente igual al de la competencia que

había reemplazado al pan molde de la empresa en estudio. Una vez obtenido el producto con las características deseadas la empresa inició una campaña de relanzamiento y reconquista del mercado perdido, obteniendo resultados positivos.

Los resultados obtenidos en este informe de trabajo profesional permitieron a la empresa obtener la información necesaria para mejorar sus productos y ser más competitivos en el mercado, lo cual sucede en la actualidad. Adicionalmente, este estudio servirá de referencia para que panificadores de pequeña y mediana escala mejoren sus procesos y productos, generando un impacto positivo a nivel comercial.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.	
1. DIAGNOSTICO DE SITUACION	
1.1. Antecedentes.....	3
1.1.1. Sondeo de clientes (encuesta).....	4
1.2. Materias primas e ingredientes.....	10
1.3. Procesos de producción.....	24
1.4. Envejecimiento del pan.....	38

CAPÍTULO 2.

2. PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

2.1. Caracterización físico-químico y reológica de diferentes tipos de harina de trigo.....	40
2.2. Formulación y elaboración del pan tipo molde blanco sandwichero	
2.2.1. Formulación de pan.....	47
2.2.2. Costo de la fórmula.....	49
2.2.3. Elaboración del pan.....	52
2.3. Proceso estandarizado de producción	54
2.4. Análisis de aceptabilidad.....	58
2.4.1. Textura.....	65
2.4.2. Interpretación de datos.....	67
2.5. Estabilidad del pan de molde blanco sandwichero.....	72

CAPÍTULO 3.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
-----------------------------------	----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

m ²	Metros cuadrados
W	Fortaleza o fuerza de la harina
L	Extensibilidad
G	Índice de dilatación o hinchamiento
P/L	Ratio tenacidad / extensibilidad
g/kilo	Gramos por cada kilo
kg/hora	Kilogramo por hora
CO ₂	Dióxido de carbono
HR	Humedad relativa
le	Índice de recogimiento de la masa
h	Hora
min.	Minutos
ANOVA	Análisis de varianza
ICs	Índice de coeficiente estándar
Desv. Est.	Desviación estándar
Prom.	Promedio
N	Población
fig.	Figura
mm	Milímetros
m/s	Metros por segundo
mJ	Milijoules
H ₂ O	Agua
m.o.	Mano de Obra

SIMBOLOGÍA

°	Grados
'	Minutos
%	Porcentaje
α	Valor del error tipo 1
N	Tamaño de la población
n	Tamaño de la muestra

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Área Fórmula para el tamaño de la muestra.....	5
Figura 1.2 Disminución del consumo del pan molde blanco La Fantasía por sector	6
Figura 1.3 Factores de bajo consumo del pan molde blanco “La Fantasía”.....	6
Figura 1.4 Factores de bajo consumo del pan molde blanco “La Fantasía” por sector.....	7
Figura 1.5 Atributos de selección del pan molde	7
Figura 1.6 Atributos de elegibilidad del producto por sector.....	8
Figura 1.7 Intención de compra por sector.....	9
Figura 1.8 Saco de harina de trigo.....	10
Figura 1.9 Alveograma obtenido con Alveógrafo NG de Chopin.....	11
Figura 1.10 Grasa para panificación	13
Figura 1.11 Azúcar.....	14
Figura 1.12 Leche en polvo.....	14
Figura 1.13 Línea de Producción de Pan Molde	24
Figura 1.14 Amasadora.....	25
Figura 1.15 Masa madre.....	27
Figura 1.16 Divisora volumétrica de masa.....	27
Figura 1.17 Heñidora cónica.....	29
Figura 1.18 Formadora de barras.....	31
Figura 1.19 Cámara de Fermentación.....	32
Figura 1.20 Horno continuo.....	35
Figura 2.1 Curva del alveograma de muestra 2 de harina, seleccionada para elaboración de pan de molde blanco.....	43

Figura 2.2 Diagrama de flujo del proceso tradicional de elaboración de pan de molde blanco.....	46
Figura 2.3 Diagrama de flujo del proceso mejorado y puntos de control.....	53
Figura 2.4 Diagrama de flujo del proceso mejorado y tiempos de proceso...	56
Figura 2.5 Layout del proceso mejorado de la planta Mi Fantasía.....	57
Figura 2.6 Análisis de varianza – Muestra vs. Suavidad.....	60
Figura 2.7 Valores promedios de suavidad vs días de las tres muestras evaluados.....	61
Figura 2.8 Análisis de varianza – Muestra vs. Sensación de Frescura.....	62
Figura 2.9 Valores promedios de sensación de frescura vs días de las tres muestras evaluados.....	63
Figura 2.10 Análisis de varianza – Muestra vs. Resistencia a la Untabilidad...	63
Figura 2.11 Valores promedios de resistencia a la untabilidad vs días de los tres muestras evaluados.....	64
Figura 2.12 Texturómetro de Brookfield.....	65
Figura 2.13 Curva de variación Dureza vs. Tiempo.....	67
Figura 2.14 Curva de Deformación recuperable vs. Tiempo.....	69
Figura 2.15 Curva de Variación de Trabajo Total vs. Tiempo.....	71
Figura 2.16 Curva de Variación de la Humedad vs. Tiempo.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Porcentaje de participación por sector 2011.....	5
Tabla 1.2 Parámetros del alveograma de Chopin.....	12
Tabla 1.3 Grupo de enzimas.....	23
Tabla 2.1 Análisis alveográfico de 4 muestras de harina de trigo.....	41
Tabla 2.2 Fórmula de pan molde.....	44
Tabla 2.3 Fórmula de masa madre.....	44
Tabla 2.4 Fórmula de pan molde mejorada.....	48
Tabla 2.5 Lista de precios de productos.....	49
Tabla 2.6 Costeo masa madre.....	50
Tabla 2.7 Costeo de la fórmula tradicional	50
Tabla 2.8 Costeo de la fórmula mejorada	50
Tabla 2.9 Costos de fabricación – Proceso tradicional vs. Proceso mejorado.....	51
Tabla 2.10 Proceso mejorado Pan molde blanco.....	52
Tabla 2.11 Resultados promedios de panelistas de las 3 muestras de acuerdo al atributo de suavidad.....	61
Tabla 2.12 Resultados promedios de panelistas de las 3 muestras de acuerdo al atributo de sensación de frescura	62
Tabla 2.13 Resultados promedios de panelistas de las 3 muestras de acuerdo al atributo resistencia a la untabilidad.....	64
Tabla 2.14 Parámetros de medición para las pruebas de textura.....	65
Tabla 2.15 Valores obtenidos de las pruebas con el texturómetro.....	66
Tabla 2.16 Variación de la humedad en las muestras evaluadas.....	73

INTRODUCCIÓN

La historia del pan como alimento comienza en los albores de la misma humanidad. Pues, ya sea por accidente o por destellos de sabiduría el hombre desde su aparición empezó a elaborar masas a partir de los granos de cereales, que por sí solos no eran digeribles, pues, por su complicada estructura molecular, el aparato digestivo no podía desdoblar los granos de cereales para su aprovechamiento como alimento. No fue hasta que se empezaron a remojar, luego moler, amasar y a partir de ello llevarlos al fuego, donde se abrió paso a una nueva era en la humanidad, que permitió que el hombre controlara su provisión de alimentos, y así, se abrió la puerta al desarrollo, cuando el hombre ya no tenía que ocupar la mayor parte de su tiempo en la cacería.

Uno de los avances en la panificación durante el siglo XX fue el desarrollo en 1961 del denominado proceso de panificación Chorleywood, que permite elaborar pan industrial a gran rapidez debido a veloces fermentaciones que realiza. Este y otros inventos hacen que el pan blanco destinado originalmente a clases sociales ricas, pase a ser un alimento barato, asequible a clases sociales más modestas. Empiezan a aparecer las grandes corporaciones internacionales de pan, como la mexicana Grupo Bimbo, que distribuye pan de molde a grandes sectores de la población, desligando por primera vez el pan del pequeño establecimiento, denominado panadería y llevándolo a los supermercados. A partir de este invento, la historia del pan como alimento tomó

nuevos desafíos como fue su masiva distribución para formar parte fundamental en la dieta diaria de la mayoría de la población mundial.

El objetivo del presente trabajo es mejorar la calidad del pan molde blanco de una panificadora industrial asentada en la ciudad de Guayaquil, a través de reformulación y análisis del proceso productivo, para alcanzar los estándares demandados por los clientes y de esta manera dotar de un producto adecuado para recuperar el nicho del mercado perdido, según los datos reportados por el departamento de mercadeo.

De igual manera dejar establecidos los estándares de calidad para la harina de trigo con que se elabora el producto y un proceso estandarizado de producción.

CAPÍTULO 1

1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

1.1 Antecedentes

La industria panificadora, objeto de estudio, tiene una historia de más de 60 años presente en el mercado de la ciudad de Guayaquil, se inició como una panadería artesanal y negocio familiar. En adelante usaré el nombre ficticio: "FANTASIA" para hacer referencia a la misma.

La destreza de los propietarios en la atención al cliente y el ofrecer variedad de productos artesanales tanto en el área de panadería como pastelería llevó al negocio a un crecimiento acelerado en los siguientes 20 años de vida, lo que permitió inaugurar sucursales en diferentes sectores de la ciudad. Este crecimiento sostenido durante varios años ha demandado que hoy en día la panadería se traslade a un galpón industrial y su nombre haya alcanzado un posicionamiento en el mercado local, con más de 30 locales repartidos por toda la ciudad, así como algunos locales en otras ciudades de la costa ecuatoriana.

Debido a este crecimiento fue necesario adquirir maquinarias, así como una planta de 6000 m², donde se puedan desarrollar las tareas productivas de una mejor manera. Se abrieron nuevas líneas de producción como pastelería gourmet, galletería y entre ellas la línea de producción de

pan industrial, sin embargo, no se había logrado un desarrollo acorde con las inversiones realizadas, esto debido a una deficiencia en la dirección profesional técnica en lo referente al uso eficiente de las instalaciones, maquinaria disponible y formulaciones industrializadas apropiadas.

El presente estudio se enfoca específicamente en la producción de pan molde blanco rebanado, el cual es uno de los productos de la línea de pan industrial anteriormente mencionado, el mismo que actualmente tiene un alto índice de despilfarros y baja calidad. El departamento de ventas ha reportado una baja considerable de facturación de este producto, durante los últimos 6 meses, especialmente en el nicho de los carretilleros que representan el 80% de ventas.

1.1.1 Sondeo de clientes (encuesta)

La principal fuente de información considerada para el presente estudio es un sondeo a los clientes consumidores del pan molde blanco rebanado, específicamente los carretilleros vendedores de sánduches, realizado por el departamento de Ventas de la empresa. Para dicho sondeo, se tomó una muestra de 100 carretilleros, tomados aleatoriamente, repartidos por cada sector de acuerdo al porcentaje que representan cada uno sobre el universo, tal como se muestra en la tabla 1.1.

Norte	15%
Suburbio Norte	20%
Centro	10%
Centro Sur	15%
Suroeste	20%
Sur	20%

Elaborado por Departamento de Ventas "La Fantasía"
Tabla 1.1- Porcentaje de participación por sector 2011

La muestra se determinó en función de la población cuyo total es 135 con un nivel de confianza del 95% y un α del 5%, tomando la fórmula que se puede apreciar en la figura 1.1. (1)

$$n = \frac{0.25N}{\left(\frac{\alpha}{z}\right)^2 (N-1) + 0.25}$$

Fuente: http://www.elosiodelosantos.com/calculadoras/tamanyio_muestra.htm
Figura 1.1- Fórmula para el tamaño de la muestra

La encuesta fue diseñada con preguntas cerradas, orientadas a crear elementos de juicios idóneos que permitieran saber con mayor precisión porque los clientes habían bajado considerablemente el consumo del pan de molde blanco rebanado y si lo habían reemplazado por otra marca de la competencia, y a su vez, de qué manera podríamos recuperar su fidelidad. (Anexo 13)

Como resultado de dicha encuesta se obtuvo lo siguiente:

- Aproximadamente el 70% de los clientes habían dejado de consumir o bajado el consumo, dando el siguiente resultado por sector: 67% para

el sector norte, 65% para el sector Suburbio Norte, 70% para el sector Centro, 87% para el sector Centro Sur, 65% para el Suroeste y del 70% para el sector Sur, tal como lo muestra la figura 1.2.

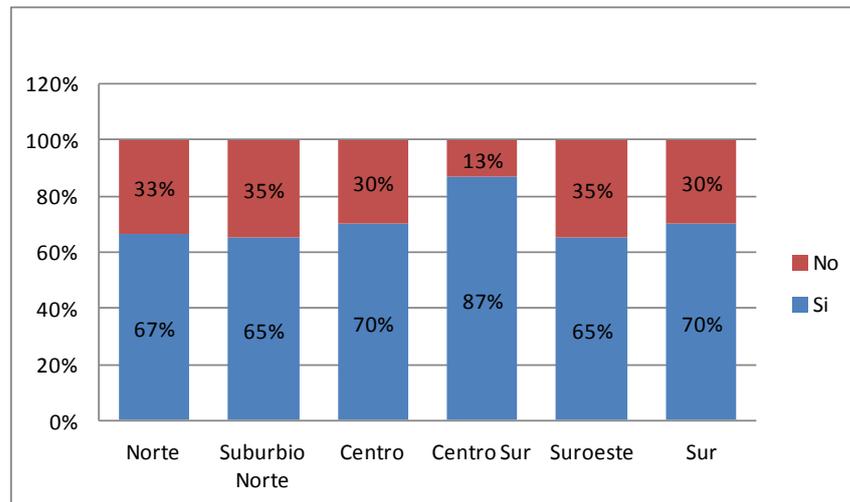


Figura1.2- Disminución del consumo del pan molde blanco La Fantasía por sector

- Del 70% de los encuestados que dejaron de consumir el producto, el principal motivo fue de problemas de calidad con el 87%, seguido muy por debajo del precio y problemas de entrega, tal como se muestra en la figura 1.3.

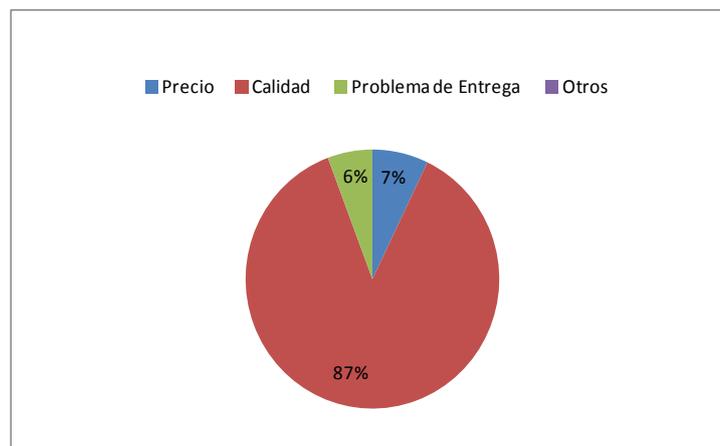


Figura 1.3- Factores de bajo consumo del pan molde blanco "La Fantasía"

- En el análisis por sector se pudo identificar que en los sectores norte y suburbio norte el único motivo para dejar de consumir el producto fue el de calidad, sin embargo en los demás sectores también fueron motivos de decisión el precio y problemas con la entrega, tal como lo muestra la Figura 1.4.

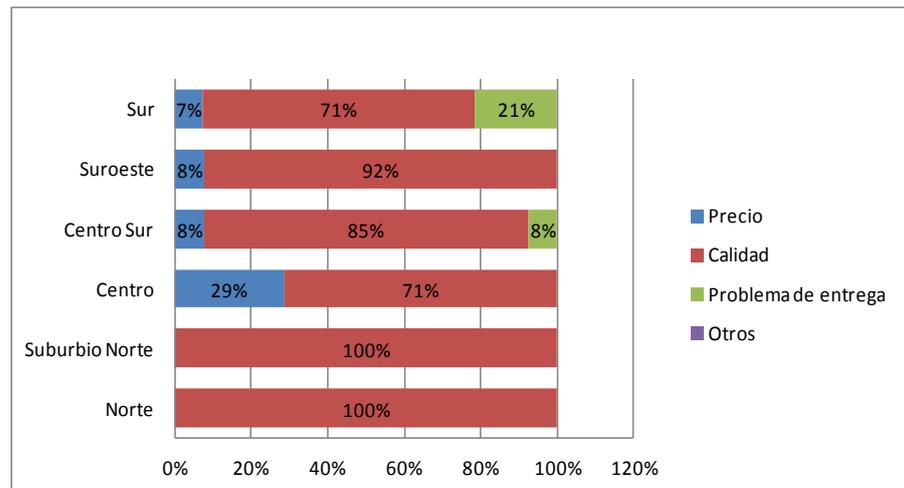


Figura 1.4- Factores de bajo consumo del pan molde blanco "La Fantasía" por sector

- Para los encuestados al momento de escoger la marca de pan tipo molde, los atributos más relevantes fueron en orden descendente: la resistencia a la untabilidad, la suavidad, vida útil, sabor y color; tal como se observa en la figura 1.5.

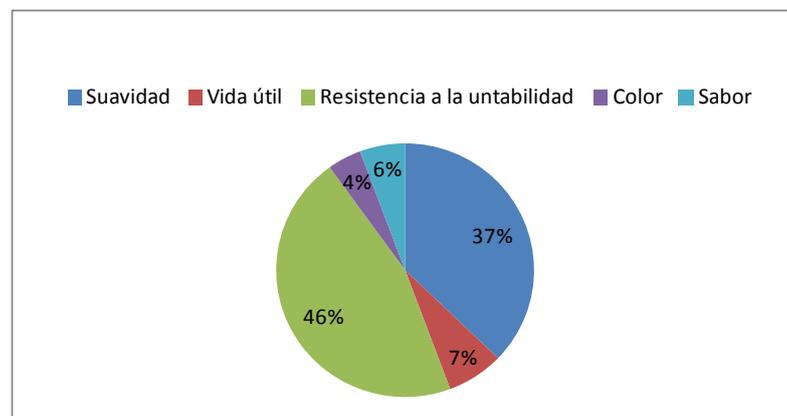


Figura 1.5- Atributos de selección del pan molde

- En el análisis por sector se puede destacar que para los sectores norte, centro sur y suburbio norte la resistencia a la untabilidad es un atributo preponderante, mientras que para los sectores sur y suroeste la suavidad es más importante, no así para el centro en el que la vida útil es el primer atributo considerado (ver figura 1.6.).

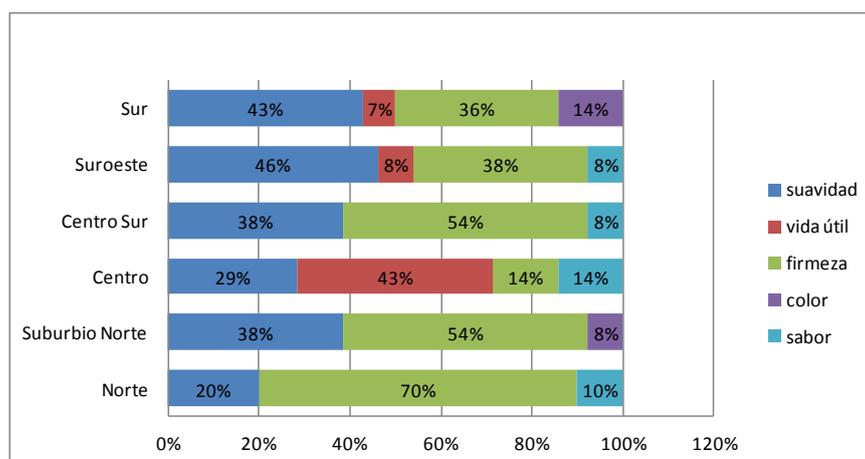


Figura1.6- Atributos de elegibilidad del producto por sector

- El atributo de calidad que más puntuación de demérito obtuvo en las encuestas realizadas fue la resistencia a la untabilidad, esto representaba a los consumidores un problema en la preparación de sandwiches, al untar la margarina, mayonesa o cualquier salsa, necesaria en la elaboración de los mismos, ocasionando un rechazo y la sustitución de la marca. Esta característica está ligada a la calidad de las harinas en cuanto al contenido protéico y/o al proceso productivo que se emplea para la elaboración de los mismos, por lo que se planteó una caracterización de las harinas de trigo que se emplean en la elaboración de este tipo de pan, para que en futuras

compras se mantenga las características más cercanas a la óptima en las harinas panificables y un rediseño del proceso de producción. En segundo lugar fue la suavidad y en tercero la vida útil, estas dos características tienen que ver con el envejecimiento del pan ligado a los cambios característicos de los almidones, retrogradación, con el paso del tiempo, por lo que se planteó elaborar nuevas fórmulas que incluyan un agente emulsificante que acompleje suficientemente los almidones de tal manera que se retarde el envejecimiento del pan, lo suficiente como para que el producto cumpla con las expectativas del usuario dentro del tiempo promedio de rotación de stock y se corrija estos defectos ya si se pueda recuperare este importante segmento del mercado

- De los encuestados que afirmaron que habían dejado de consumir el producto, el 80% estaría dispuesto a volver a probar el pan de molde "FANTASIA" si se corrigen los defectos y se ejecutan los cambios sugeridos por usted en la encuesta.

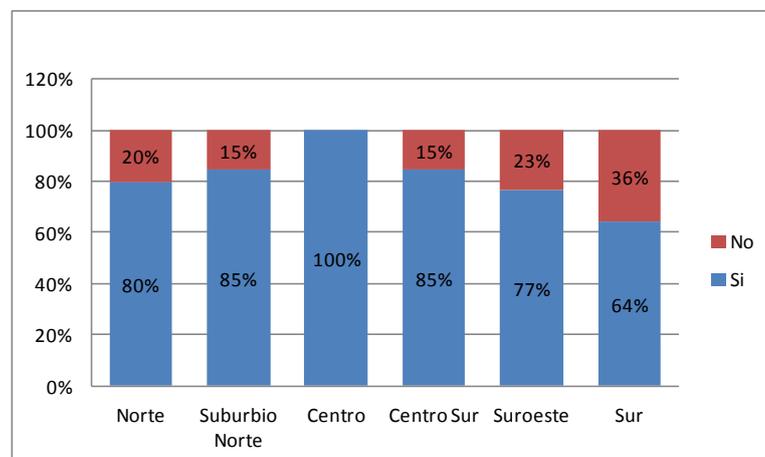


Figura 1.7- Intención de compra por sector.

1.2 Materias primas e ingredientes

Los ingredientes básicos para la elaboración del pan son: Harina de Trigo, agua, levadura y sal, sin estos cuatro ingredientes es prácticamente imposible elaborar lo que actualmente se conoce como pan. Sin embargo existe una larga lista de otros ingredientes conocidos como enriquecedores de fórmula, que dan características especiales al producto y genera una serie de productos que gozan de la preferencia del consumidor, sin embargo en el presente informe de graduación, solo me limito a hablar de aquellos ingredientes que fueron incluidos dentro de la fórmula y/o fue ajustada su proporción, en la formulación original.

- **La Harina de Trigo**

Los molinos de trigo están actualmente preparados para ofrecer al panadero el tipo de harina que requiera; por tanto es importante que el panadero seleccione la harina correctamente para elaborar el pan de molde.

Para la fabricación de pan de molde es preciso seleccionar una harina de fuerza media, de alta extensibilidad y de alto porcentaje en proteína. La fuerza de la harina ha de estar condicionado con el grado de mecanización de la línea y con el tipo de maquinaria empleada. (10)



Figura 1.8- Saco de Harina de trigo

Aproximadamente, se requieren las siguientes características, según los parámetros del alveógrafo, contenidos en proteínas y Número de caída:

$$W = 280/380$$

$$\text{Proteína} = 12.5/13\%$$

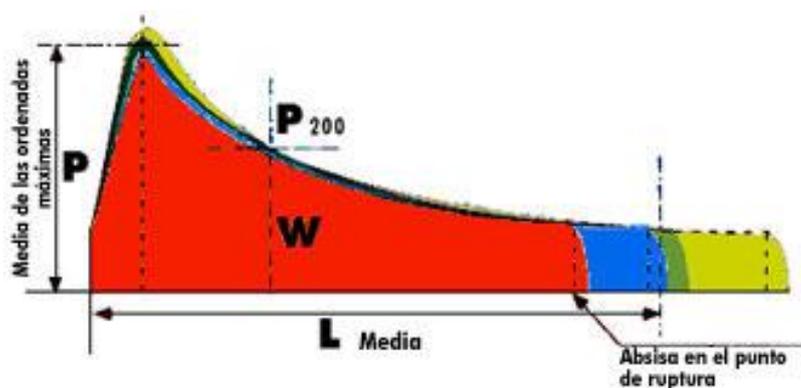
$$P/L = 0.5/0.7$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ de Caída} = 300$$

Interpretación del Alveograma

Del conocimiento de los parámetros del alveógrafo y de la interpretación del alveograma se puede deducir, en gran medida, el comportamiento que va a tener la harina en cada una de las etapas del proceso de panificación. De ahí procede la gran importancia que tiene el conocer el funcionamiento del alveógrafo y la interpretación de sus resultados.

El alveógrafo, inventado por Marcel Chopin en el año 1935, permite determinar las características mecánicas de la masa y conocer el valor panadero de la harina. (3)



Fuente. http://www.grupomoliner.com.ar/grupo_moliner_alveograma.htm
 Figura 1.9- Alveograma obtenido con Alveógrafo NG de Chopin

El principal objetivo de la evaluación alveográfica es medir las propiedades reológicas de la masa, es decir, su capacidad de tolerar el estiramiento durante el proceso de amasado y su capacidad de sostener la estructura del pan sin sufrir colapsos.

Durante dicho análisis, la pieza de masa es inflada con aire presurizado, simulando la deformación que esta sufre como consecuencia de los gases que se generan durante el proceso de fermentación. Los resultados de este test se reducen a 5 parámetros, tenacidad, extensibilidad, fortaleza y extensibilidad.

Inicial	Parámetro	Descripción
P	Tenacidad o resistencia al estiramiento	Representada en la altura máxima de la curva graficada en el alveograma
L	Extensibilidad	Representada en la longitud de la curva graficada en el alveograma
W	Fortaleza o fuerza de la harina	Representada en el área bajo la curva graficada en el alveograma
P/L	Ratio tenacidad / extensibilidad	Indica si la masa es equilibrada

Fuente. http://www.grupomolinero.com.ar/grupo_molinero_alveograma.htm
 Tabla 1.2. Parámetros del alveograma de Chopin

- **La grasa.**

En el pan de molde aumenta la conservación por la capacidad de lubricación de la estructura compuesta por las proteínas y almidones, esto reduce el espesor de la corteza y produce un alveolado pequeño y uniforme.

Los tipos de grasas más adecuados son las margarinas vegetales o la manteca de palma, con un punto de fusión de 36° C.

La grasa utilizada en la fórmula se trataba de una margarina emulsificada, con especificaciones para uso en pastelería pues, los aditivos son básicamente retenedores de aire para mejorar los batidos, por lo que procedí a reemplazar por un tipo de manteca vegetal, sin emulsificantes, puesto que los emulsificantes los controlaremos en la formulación, añadimos los más adecuados para acomplejar los almidones y retardar la retrogradación de los almidones y así su envejecimiento. Así mismo se ajustó la proporción de 12% al 5%, con respecto a la harina según la formulación panadera. (10)



Figura 1.10- Grasa para panificación

- **El azúcar.**

El azúcar empleado en nuestro medio es mayormente la sacarosa, azúcar de caña. Además del sabor dulce que proporciona su empleo en las masas, ayuda en el desarrollo del color en la corteza sin necesidad de prolongar la cocción, para obtener, de esta manera panes suaves.

La proporción dentro de la fórmula original también se ajustó de 10% al 7%, suficiente cantidad para obtener buena coloración en la corteza, sin

necesidad de bajar temperaturas y alargar tiempos de horneado. Así pudimos reducir 10 minutos en el proceso de horneado.



Figura 1.11- Azúcar

- **Productos lácteos.**

La leche en polvo y el suero lácteo, estos aportan con el azúcar lactosa, que influye directamente sobre el color y suavidad de la corteza, así como en la conservación, retardando el proceso de envejecimiento del pan, por la retrogradación de los almidones. La lactosa es un buen agente humectante por lo que se decidió incluirlo en la formulación, además de mejorar las propiedades nutritivas y funcionales en el producto final. (6)



Figura 1.12- Leche en polvo

- **Emulgentes.**

Los agentes emulgentes constituyen la segunda categoría de aditivos alimentarios empleados como agentes de textura después de los espesantes y gelificantes de naturaleza glúcida. Estos están constituidos por sustancias anfífilas en las que su estructura química contiene, a la vez, funciones hidrófilas y funciones hidrófobas. Esta estructura química particular les confiere propiedades emulgentes, puesto que se sitúan en la interfase aceite/agua y contribuyen a aumentar la estabilidad de un sistema termodinámicamente inestable.

El efecto que se obtiene por el uso de estos agentes emulgentes es doble: Efecto “antiendurecedor” y efecto acondicionante de la masa. El efecto antiendurecedor se logra por el acomplejamiento de la amilosa (monoglicéridos, estearil-lactilatos) que retardan la retrogradación de los almidones, y el efecto acondicionante con los complejantes de proteínas (estearil-lactilato, DATEM).

Los emulgentes interactúan con el almidón y la grasa, lubricando con una película oleosa cada gránulo de almidón, lo que facilita el amasado. Igualmente lo hacen sobre las proteínas, produciendo elasticidad en el gluten. Las masas, mediante la adición de emulgentes, resultan más secas al tacto, lo que ayuda en los sistemas mecanizados de producción.

Dentro de las ventajas del uso de agentes emulgentes en la producción de pan de molde tenemos el incremento de la tolerancia en el

amasado, reducción del tiempo del amasado, aumento de la absorción de agua, la mecanización de las masas, suaviza las masas y prolonga la conservación del pan. (2)

- **Enzimas**

Los enzimas son proteínas que actúan como catalizadores de las diferentes reacciones bioquímicas que constituyen el metabolismo de los seres vivos. Para que se produzca una determinada reacción, es necesaria la presencia de un determinado enzima, y la mayor o menor cantidad de éste suele modificar la velocidad de la reacción controlada. Los enzimas que nos resultan de interés entre los propios de los cereales 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. La concentración natural de estos enzimas en los cereales panificables depende en gran medida de las condiciones climatológicas durante las últimas fases del cultivo del trigo. Por esta razón, para resolver esta insuficiencia enzimática, es necesario añadirlos a la harina o a la masa.

Actualmente, la mayor parte de los enzimas producidos industrialmente para su utilización en los procesos de panificación, se

producen mediante fermentaciones de microorganismos seleccionados. Antes, la falta de amilasas se corregía habitualmente mediante la adición de malta, que no es más que el producto de la germinación controlada del trigo o de la cebada, según su destino para la fabricación de pan o cerveza, respectivamente. (15)

Amilasas

El almidón se compone de dos tipos de moléculas de estructura diferente: la amilosa, que está formada por unidades de glucosa que forman cadenas lineales, y de amilopectina, cuyas cadenas de unidades de glucosa están ramificadas. La producción de azúcares fermentables para la levadura se realiza mediante 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 y del grado de hidratación del almidón. Su máximo se alcanza cuando se gelifica el almidón, en los inicios de la cocción.

Las amilasas presentes en la harina al inicio del amasado comienzan su actividad en el momento en que se añade el agua. El almidón roto durante la molturación del grano de trigo es más rápidamente hidratado, y por tanto, más fácilmente atacable por las enzimas. Estas, actúan en acción combinada: la alfa amilasa va cortando las cadenas lineales en fracciones de menor longitud, llamadas dextrinas, mientras que la beta amilasa va cortando las cadenas en moléculas de maltosa, formada por dos unidades de glucosa.

El contenido en dextrinas parece tener un efecto importante en la capacidad de retención de agua y en la consistencia de la masa; si la harina procede de trigo germinado se produce una excesiva dextrinación y las masas resultan blandas y pegajosas.

Como el contenido en beta amilasa del trigo es generalmente suficiente para la actividad requerida en la fermentación, sólo se controla el contenido de alfa amilasa de las harinas antes de su utilización. Para conocer el nivel de actividad alfa-amilásica se emplean dos técnicas de análisis: el Número de Caída, cuyos niveles normales están comprendidos entre 250-300 segundos y el Amilograma, que debe estar comprendido entre 400-600 U.B. durante la fermentación, continúa la acción de las amilasas, y en el momento de introducir el pan en el horno aumenta la actividad hasta el momento en que la temperatura interna de la masa alcanza los límites térmicos de inactivación.

Dependiendo del tamaño de las elaboraciones así como de la temperatura del horno, después de unos 10 minutos aproximadamente, las enzimas de la levadura se desactivan. A medida que aumenta la temperatura de la masa en el horno (65°C), comienza a producirse la gelatinización con lo cual, el almidón se hincha y forma un gel más o menos rígido, en función de la cantidad de alfa-amilasas presentes, y de su origen. De estos dos factores dependerá el tiempo durante el que se sigue produciendo dextrinización en la masa, en la miga en formación. No obstante, una acción excesivamente

prolongada aumenta el volumen del pan con riesgo de derrumbamiento de su estructura, y el resultado de una miga pegajosa, por el contrario, una rápida estabilización de la miga dará un volumen escaso.

Cuando el contenido de amilasas, especialmente de alfa-amilasa, 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.

Tipos de amilasas

Las alfa-amilasas pueden obtenerse a partir de hongos o de bacterias. Estas amilasas se inactivan a 75° C, por lo que en una harina con elevada actividad enzimática o en el caso de una sobredosificación, esta mayor estabilidad al calor puede ocasionar los mismos problemas que las harinas procedentes de trigo germinado.

- *La Amiloglucosidasa*. También denominada Glucoamilasa se obtiene también de un hongo, el *Aspergillus rhizopus*, y actúa sobre las dextrinas produciendo glucosa, lo que se traduce en una aceleración de la fermentación.
- *Pentosanasas*. Estas enzimas actúan sobre las pentosanas que son unos polisacáridos distintos al almidón. Esta reacción de hidrólisis aumenta la absorción de agua en la masa, aumentando la tenacidad y disminuyendo ligeramente la extensibilidad. Los preparados enzimáticos de pentosanasas se añaden con el

propósito de frenar el envejecimiento rápido del pan. Se ha podido observar que retardan la velocidad de retrogradación del almidón. Al mismo tiempo, dichas enzimas retienen agua durante la cocción y posteriormente esta agua puede ser suministrada gradualmente al almidón, lo que permite mantener más tiempo el pan tierno.

Durante el presente estudio la aplicación de preparados enzimático con pentosanasas en el pan molde blanco ha tenido un efecto positivo. La presencia de pentosanasas hace que se acelere la formación de la miga, consiguiendo una pronta firmeza en su estructura, pudiéndose de este modo reducir el período de cocción.

- Las hemicelulasas actúan sobre arabinosilanos. Estos últimos son unas moléculas grandes que se encuentran sobre las capas de fibra, y que interfieren físicamente en la formación de la masa de pan cuando se le añade el agua a la harina. Esto ocurre porque los arabinosilanos son insolubles, y porque además son capaces de absorber varias veces su peso en agua. De este modo, interrumpen la formación óptima de la red de proteínas de la masa, que es quien le confiere elasticidad.
- Las hemicelulasas consiguen romper los arabinosilanos en moléculas pequeñas, de modo que ya no interfieren en la

formación de la masa. El resultado es un pan más tierno, con mayor volumen y con una vida útil mayor.

- *Proteasas*. La utilización de enzimas proteolíticas es muy recomendable en nuestro país, debido a que las harinas son fuertes y tenaces. Durante el presente estudio se incluyó enzimas proteolíticas en las mezclas enzimáticas para mejorar las características de las masas, disminuir la tenacidad y aumentar extensibilidad. En estos casos su efecto se traduce en un debilitamiento del gluten, lo que favorece el laminado de la masa y su expansión sin deformación durante la cocción.
- *Lipoxigenasas*. La harina de soja activa es el principal portador del enzima lipoxigenasa. En la fabricación de pan de molde y pan de hamburguesas y, en general, en aquellos panes que se desee potenciar la blancura de la miga está recomendado el uso de entre 5 y 10 g/kilo de harina de soja activa. El efecto de la lipoxigenasa sobre el ácido linoleico, es la formación de hidroxiperóxidos, que producen una oxidación acoplada de sustancias lipófilas, como los pigmentos carotenoides. Esta oxidación ocurre durante la etapa de amasado y da lugar a una miga más blanca y brillante, al mismo tiempo que aumenta el volumen del pan y que su sabor es más insípido. Se puede conseguir también este efecto oxidante con una

dosificación alta de ácido ascórbico pero resultaría una masa tenaz difícil de mecanizar. Con la adición de harina de soja activa se puede potenciar el efecto oxidante sin modificar el equilibrio de la harina.

- *Lactasa*. El azúcar de la leche y sus productos derivados se denomina lactosa, y es un disacárido, es decir, está formada por dos azúcares simples; la glucosa, que es fermentada por la levadura, y la galactosa, que no es fermentada y tiene poco poder edulcorante. La lactosa puede ser hidrolizada a estos tipos de azúcares mencionados por medio de una enzima denominada lactasa. Este fenómeno de degradación del azúcar de la leche produce un aumento en la velocidad de fermentación y contribuye a la coloración del pan. En la fabricación de pan de molde y de hamburguesa, el uso de leche en polvo o suero potenciará el color de la corteza, disminuyendo el tiempo de cocción y manteniendo el máximo de humedad.
- *Glucosa-oxidasa*. Este enzima, en presencia de agua y oxígeno, cataliza la oxidación de la glucosa a ácido glucónico y peróxido de hidrógeno. Esta transformación favorece la oxidación de las proteínas, aumentando la tenacidad del gluten, y reduciendo su extensibilidad. Su efecto es como el del ácido ascórbico: incrementa la retención de gas y aumenta el volumen del pan.

Durante este estudio se realizó un desarrollo de un mejorador de masas con los tipos de enzimas necesarios de acuerdo a los resultados del alveograma para mejorar el comportamiento de la masa y así poder obtener el pan de molde con las características esperadas. En la tabla 1.3 se presenta algunas enzimas con sus reacciones catalizadoras específicas en la elaboración de pan. (15)

Componentes de la harina	Tipo de enzima	Reacciones catalizadoras	Mejora
Almidón	Amilasas de la harina de malta Amilasa fúnica Amilasa bacterian	Desintegración del almidón en: Azúcares Dextrinas	Características de la masa: Volumen Porosidad Color de la corteza
	Amiloglucosidasa	Aroma	Conservación Superficie crujiente
Otros polisacáridos	Celulasas	Desintegración de la celulosa Apertura de las estructuras	Características de la masa: Volumen Elasticidad de la miga
	Hemicelulasas	Desintegración de hemicelulosas Estabilidad de fermentación	Volumen Conservación
	Pentosanasa	Desintegración de pentosanas	Normalización de las harinas
Proteínas	Proteasas Proteasas fúngicas	Aflojan la estructura del gluten	Características de la masa: Ablandamiento de la estructura del gluten
	Proteasas bacterianas	Acortan las cadenas proteicas hasta la eliminación del gluten	Calidad de la bollería y pastelería
Lípidos	Lipoxigenasas (mediante harina de soja sin desgrasar y sin tostar)	Oxidación de carotenoides Formación de peróxidos	Blanqueado de la miga Mejora del gluten

Tabla 1.3 Grupos de Enzimas

1.3 Procesos de Producción.

A continuación se detalla cada etapa en el proceso de producción del pan de molde, para comprender lo que en ello ocurre y como afecta a las características finales del producto, para luego justificar los ajustes requeridos en las etapas que no están permitiendo obtener las características deseadas por los consumidores en el producto final.



Figura 1.13- Línea de Producción de Pan Molde

El amasado consiste en cohesionar perfectamente los componentes que intervienen, asegurando así la formación de la masa, donde todos los ingredientes pierden su individualidad.

Para la elaboración de pan tipo molde, se utiliza en la industria amasadoras de gran velocidad y de gran producción. En la panadería la fantasía se trabaja con dos amasadoras de orquilla con capacidad de 180 kilogramos por amasado, lo que equivale a 720 kg/hora.



Figura 1.14- Amasadora

Cuando se mezcla la harina y demás ingredientes con el agua, con la aplicación de la fuerza mecánica sobre ella, las dos fracciones proteicas de la harina (gliadina y glutenina) se vuelven pegajosas. La unión de los enlaces da lugar a una red elástica y extensible, impermeable a los gases, que se denomina gluten. La formación de mayor o menor cantidad de gluten, está determinada por la oxidación o exposición de la masa al oxígeno. La interacción de los enlaces da lugar a una red elástica y extensible, o impermeable a gases, lo cual permite la retención del anhídrido carbónico.

Es en esta etapa donde se construye la estructura de sostén del pan, pues se desarrolla el gluten por la interacción de los enlaces proteicos, definiendo el comportamiento de la masa en las etapas subsiguientes y del producto final.

El proceso de formación de masa constituía un problema básico en la panadería “La Fantasía”, puesto que no había un proceso definido, se

usaban tiempos aleatorios conforme el buen ojo de los panaderos, no se controlaba las características físico-química y reológicas de la harina, se ajustaba la fórmula a gusto del panadero, se usaba masas madres muy fermentadas y otros tipo de masas de relleno como pan viejo. (7)

- **Masa madre y prefermentos**

La masa madre o prefermento que se utiliza en panadería tiene como fin potenciar las cualidades organolépticas del pan, para disminuir la mala fama de los panes industriales en cuanto a escasas de aroma y sabor a pan.

Los ingredientes principales de la masa madre y prefermentos son la harina y el agua, estos ingredientes y una temperatura adecuada.

Antiguamente se elaborada una masa madre tomando las levaduras silvestres del ambiente o provenientes de algunos tipos de cereales, pero estos procesos son muy largos y pueden llevarse de dos a tres días, por tal motivo, la forma más habitual de hacer la masa madre es incorporándole levadura fresca a la harina y al agua, se consigue más rápidamente, basta con prepararla el día anterior.

Los prefermentos o masas madre con levadura que se utilizan habitualmente se dividen en prefermentos firmes o secos y prefermentos blandos o de esponja. (10) (11)

Esto va a depender de las características de la masa y de las condiciones de los procesos.

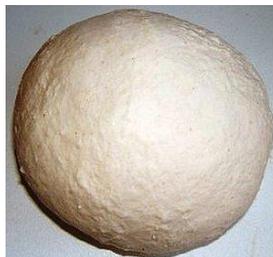


Figura 1.15- Masa madre

- **División de la masa.**

La división tiene por objeto fraccionar la masa en pequeñas porciones, cada una de ellas de peso correspondiente.

En la panadería “La Fantasía” se utiliza un sistema de divisoras volumétricas para la división de masas, esta tiene un sistema muy afinado de calibración lo que permite obtener piezas de peso adecuado, sin originar mayores inconvenientes.



Figura 1.16- Divisora volumétrica de masa

La división volumétrica consiste en la partición de la masa después de haber medido el volumen por una ligera aspiración y una fuerte compresión.

La masa se aspira desde la tolva hacia la cámara de compresión donde un pistón obliga a su entrada. La masa cortada se libera del pistón y sobre un transportador lleva las piezas hacia la boleadora. Cuando la masa es sometida a la división cambia considerablemente su estructura debido a la presión, por lo que es conveniente ajustar la cámara de compresión de manera que sea exactamente suficiente la cantidad de masa que entra. De esta forma se evita que parte de la masa no vuelva nuevamente a salir del pistón.

- **Boleado.**

La función del boleado es doble: por un lado recomponer la estructura del gluten y producir una piel seca que permita pasar por los rodillos de la formadora sin que se pegue a la masa; y por otro lado, formar una bola redonda que asegurará una uniformidad en el formado.

La harina de espolvoreo ha de ser la necesaria para que la masa no se pegue, ya que si está fuera excesiva, durante el formado se formará bolsas y no quedaría lo suficientemente sellado.

Es recomendable emplear un sistema de secado alternativo por medio de soplante de aire, en lugar de utilizar harina para que la masa no se pegue.

En “La Fantasía”, el boleado es mecanizado por medio de una heñidora de masas cónico que es parte del tren de laboreo, esta etapa del proceso no presenta mayor inconveniente a no ser que a veces se abre mucha la

dosificadora de harina y esto hace que la masa se reseque mucho y forme una piel gruesa.



Figura 1.17- Heñidora cónica

- **El Reposo.**

Una vez que la masa haya sido dividida y boleada, esta debe tener un reposo ante del formado. Las masas que no tienen este período de prueba intermedio, presentan grandes problemas en el formado, ocasionando la ruptura de la masa. También durante la fermentación, la masa tiende a relajarse, presentando falta de fuerza. De ello se deduce que el reposo facilita el formado de las piezas y confiere mayor fuerza, evitando, posteriormente, el debilitamiento durante la fermentación.

Está operación se realiza en una cámara cerrada para evitar la desecación de la masa. Lo ideal es que las bolas de masas no absorban humedad o se sequen. En este último caso, se tenderá a formar una corteza sobre las bolas que producirán zonas duras en la miga de pan. Si por el

contrario la masa es excesivamente húmeda se volverá pegajosa y provocará problemas durante el formado.

El reposo intermedio luego del boleado se realiza en una cámara continua de canastillas intercambiables que permite un reposo de 10 minutos entre el proceso de boleado y el formado de barras, este mecanismo funciona bastante bien.

- **Formado de las masas.**

Esta operación consiste en dar forma simétrica a las porciones de masa. En la panadería “La Fantasía” se utiliza una máquina formadora de barras para elaborar el pan tipo molde que es parte del tren de laboreo. La calibración de la formadora de barras no era la adecuada y se dejaba muy flojo el enrollado de la masa lo que originaba que la estructura de las rebanadas quedaran abiertas y con muy poca consistencia desde el inicio. Sin embargo se cuenta con una muy buena máquina de formado y de elongación de las mismas.

El formado es una de las etapas claves en la elaboración del pan y, como se verá, muchos de los defectos originados en el pan pueden ser causados por una mala manipulación de la masa durante el formado.

La formadora es el elemento más importante del equipo mecánico de panificación. Del estado de gasificación en el que se encuentra la masa

cuando llega a los rodillos de la formadora dependerá el comportamiento de esta masa durante la fermentación y en los primeros minutos de la cocción.



Figura 1 18- Formadora de barras

- **Etapas del formado mecánico.**

La formadora mecánica somete a la masa a tres fases fundamentales:

Laminado. Consiste en pasar la bola de masa por dos rodillos que aplastan la masa en forma de galleta ovalada. Del grado de apertura de dicho rodillo dependerá la mayor o menor expulsión de gas.

Enrollado. Consiste en plegar la tarta de masa y suele hacerse por medio de una malla o por un par de tapices móviles.

Alargamiento. Una vez que la masa ha sido enrollada pasa por distintas planchas de presión o por entre dos tapices que dan vueltas en sentido inverso, permitiendo un alargamiento progresivo de la barra, hasta obtener la longitud deseada de la barra. (9) (10) (11)

- **Fermentación.**

La fermentación en “la Fantasía” es realizada en cuartos de amasado, en donde se obtiene las condiciones de humedad relativa y temperatura a través de una circulación de vapor de agua que ese llevado a través de tuberías desde una caldera central, y distribuido a través de ventiladores y dispersores de aire.



Figura 1.19- Cámara de Fermentación

Existía un problema muy crítico en esta etapa del proceso y se trataba de un sobreproceso que consistía en tiempos muy largos de fermentación (2horas y 30 minutos), temperaturas muy altas de fermentación (40°C), lo que originaba una masa muy aireada, mucho volumen en cada pieza y poca consistencia en la masa, sabor muy fuerte a fermento y poco color; y exceso de humedad en el cuarto, aunque este no se controlaba. Por lo que se realizan ajustes a la misma para mejorar las condiciones de proceso.

La fermentación biológica consiste en la transformación de azúcares en otros productos químicos como alcohol etílico y pequeñas cantidades de ácidos, con desprendimiento de anhídrido carbónico. El agente que posibilita

esta transformación es la levadura, que actúa por medio de su principio activo: la enzima zimasa. Es decir, se trata de un proceso que tiene lugar entre un componente de la harina, el azúcar y la levadura.

La harina originaria tiene poca cantidad de azúcares fermentables (glucosa o fructosa), de forma que, para conseguir el desprendimiento de la cantidad de gases precisa para el crecimiento de la masa, será necesario corregir esta deficiencia. Los enzimas presentes en la harina (amilasas), o añadidas como mejoradores, son los encargados de transformar la cantidad adecuada de almidón en azúcar que, posteriormente, será fermentada. Este proceso de hidrólisis es una transformación auxiliar cuyos productos resultantes son utilizados en la fermentación propiamente dicha.

Durante el tiempo en que se desarrolla el proceso de fermentación, tiene lugar tres funciones importantes:

- La primera función, es el desprendimiento de anhídrido carbónico (CO₂). Comienza inmediatamente después del mezclado de la levadura en la masa, la producción de CO₂ persiste en todas las etapas de la preparación de la masa.
- La segunda función, que se desarrolla principalmente durante la fermentación en piezas, ocasiona la presencia de ciertas cantidades de otros productos resultantes de otras reacciones: ácido acético, butírico y láctico, con gran influencia sobre el aroma y sabor del pan.

- La tercera función es la producción de sustancias que colabora con la modificación de las estructuras de las proteínas de la harina (gluten), de forma que las paredes celulares estén capacitadas para retener el anhídrido carbónico producido. La plasticidad de la masa es una propiedad adquirida como consecuencia de la rotura de los enlaces intermoleculares, manteniendo la configuración longitudinal de las moléculas de gluten.

La fermentación del pan de molde se desarrolla en una cámara climatizada donde las condiciones de temperatura y humedad son superiores a las utilizadas por otros tipos de pan, 32°C de temperatura y 85% HR, debido a que se necesita mantener la corteza del pan lo más tierna posible para que durante el horneado no se forme corteza gruesa. (9) (10) (11)

- **El horneado**

Cuando la masa ha alcanzado el nivel óptimo de la fermentación, está lista para ser horneada. Al final de la fermentación, la temperatura de la masa es muy similar a la de la cámara de fermentación (30°C). La temperatura del horno oscila entre 180 y 250 °C. En el caso del producto de estudio, pan de molde blanco, cuyo peso en masa es de 650gramos, el tiempo de cocción es de 30 minutos en un horno continuo.



Figura 1.20- Horno continuo

Al introducir la pieza de masa en el horno, el vapor se deposita sobre la superficie de la masa condensándose sobre ella, esto permite que la piel de la masa no se deshidrate en la primera etapa y así se mantenga flexible para seguir creciendo durante los primeros minutos de horneado. En la primera fase la masa sigue fermentando y por consiguiente aumentando el volumen, hasta que progresivamente va alcanzando al interior de la pieza los 55°C, temperatura a la cual mueren las levaduras. Conforme la temperatura interior de la masa se acerca a 50 °C el CO₂ que presente es calentado y por ende aumenta la presión sobre los alveolos y causando su expansión. El rango de temperatura entre 60 y 75 °C es de vital importancia para la gelificación del almidón, que repercutirá enormemente en la estructura de la miga y en la conservación del pan, de tal forma que cuanto más tiempo tarde en gelificar el almidón, la actividad enzimática (dextrinación) más se prolongará, por lo que una adecuación de la cantidad de enzimas es muy importante para conseguir dicho efecto.

En el rango de los 70-100°C el gluten se va coagulando y los alveolos se dilatan por el efecto del calor, volviéndose las paredes de estos alveolos cada vez más finas. La expansión continuará hasta que el gluten haya coagulado completamente.

En esta primera fase de la cocción entre 5 a 6 minutos comienza la formación de la corteza al desecarse, produciéndose entonces la greña, la cual no es aceptable en el pan de molde blanco, por lo que la humedad del horno ha de mantenerse en etapas avanzadas para evitar la formación de la greña, al mismo tiempo se hincha el almidón, se volatiliza el alcohol y se libera el CO₂. A 100 °C comienza a evaporarse el agua de la masa produciendo el vapor secundario, lo que permitirá mantener al pan en un grado de humedad suficiente para que no se deseque excesivamente.

A los 130°C prosigue la formación de la corteza y aparece el color rojizo debido a la caramelización de los azúcares bajo la influencia del calor y la humedad (reacción Maillard). Durante ésta segunda fase el calor irá produciendo un desecado de la pieza, provocando un ligero encogimiento de la pieza y tostado progresivo de la miga más próxima a la corteza.

El horneado se considera completa cuando alcanza en el interior de la pieza los 99°C. El horno utilizado en la panadería "Fantasía", tiene una capacidad de 500 Kg/h de pan molde blanco y es un horno continuo tipo túnel.

El horneado constituía otro inconveniente en la elaboración de pan de molde en la panadería “La Fantasía” y era uno de los factores que producían productos de calidad deficiente, al incluir tiempos largos de horneado, el producto final tenía muy baja humedad y su tiempo de envejecimiento era más acelerado que el de la competencia. Debido a que no se aprovechaba las ventajas que ofrece el horno continuo, la alimentación era muy lenta, lo que originaba un despilfarro en consumo de energía, así como también tiempos muy largos de horneado. Se hicieron ajustes de Temperaturas en el horno, así como velocidad de banda para alcanzar tiempos y temperaturas óptimas para la obtención de un pan con características deseadas. (10)

- **Enfriamiento y envasado del pan.**

Antes de rebanar y envasar, el pan debe enfriarse hasta 32 o 35°C. Si esta temperatura fuera superior, la máquina rebanadora no trabajaría adecuadamente y la condensación del pan dentro de la bolsa provocaría la aparición prematura de mohos. Si por el contrario el pan se envasara con una temperatura inferior, el resultante tendría poca sensación de pan fresco. Se deben evitar las bajas humedades y las corrientes de aire durante el enfriamiento del pan, para prevenir el resquebrajamiento y el descascarillado de la corteza.

La etapa de enfriamiento original tenía muchos defectos, como son: tiempos muy largos de enfriamiento, que producía panes con poca sensación

de frescura, productos muy pegados entre en los coches de enfriamiento, lo que originaba que el enfriamiento sea muy lento. Además se encontraba muy cercano a un área de reproceso que originaba contaminación cruzada y poco tiempo de vida útil por daños microbiológicos.

Los cambios realizados en esta etapa incluyen lo siguiente: el pan se enfría en coches de mallas varios pisos y las piezas se colocan con una separación de 10 centímetros entre ellos para permitir una circulación del aire y un enfriamiento rápido y homogéneo, el cuarto de enfriamiento está aislado del resto de la planta para evitar contaminación cruzada, este cuarto se limpia y sanitiza constantemente para evitar posibles proliferación de microorganismos que afecten la vida útil del producto. (9) (10) (11)

1.4 Envejecimiento del pan

El almidón es el principal constituyente que influye en las modificaciones físicas que conducen al envejecimiento del pan. Antiguamente se pensaba que este fenómeno se debía a la facilidad de la fracción amilosa para retrogradar y formar zonas cristalinas, pero posteriormente se encontró que la rigidez del pan se desarrollaba paralelamente con la retrogradación y cristalización de la amilopéctina. La unión de cadenas de amilopéctina produce la expulsión de moléculas de agua, con la consecuente deshidratación y envejecimiento del pan. Esta reacción puede hacerse reversible con calor húmedo, pero, siempre y

cuando el almidón del pan no se encuentre en un estado muy avanzado de retrogradación. Las zonas cristalinas que se forman durante la retrogradación del almidón no son atacadas por los enzimas amilolíticos del sistema digestivo del humano y por lo tanto se reduce su valor nutritivo.

Los agentes surfactantes se emplean abundantemente en la industria de la panificación ya que su presencia inhibe la tendencia del almidón a la retrogradación. Con base en esto se desarrolló una formulación en la que se incluye el uso de un agente surfactante en base a mono y diglicéridos, que acomplejan las cadenas laterales cortas de amilopectina, retardando la retrogradación. En esta teoría se supone que durante el cocimiento del pan, parte de la amilosa se difunde fuera del gránulo y retrograda en el momento de su enfriamiento, de tal manera que los gránulos de almidón se ven rodeados por moléculas de amilosa retrogradada que no participan en reacciones subsecuentes. Se considera que el envejecimiento del pan se debe básicamente a la asociación de las moléculas de amilopectina que permanecen en el gránulo hinchado después de haberse perdido parte de la amilosa. (9) (10) (11)

CAPÍTULO 2

2 PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

2.1 Caracterización físico-químico y reológica de diferentes tipos de harina de trigo.

La harina de trigo es el principal componente en la formulación y consecuentemente, influye de manera directa en las características físicas, químicas y sensoriales del producto final. Partiendo de esta premisa para el planteamiento de las posibles soluciones a los problemas suscitados en la panadería “La Fantasía”, es necesario un conocimiento profundo de las características reológicas de las harinas empleadas.

Para dicha caracterización se realizaron análisis de laboratorio, utilizando el alveógrafo de Chopin. Estos análisis proveerán información suficiente que permita la toma de decisiones en cuanto a ajustes en fórmulas y procesos, a fin de obtener las características de calidad deseadas en el producto final. (2)

(3)

Si bien es cierto, la industria molinera ofrece una variedad de tipos de harina de panificación; sin embargo es necesario que el industrial panadero tenga el conocimiento de las características reológicas de la materia prima y

sus diferentes aplicaciones. Por lo tanto, hacer un estudio profundo de la harina de trigo es fundamental para establecer estándares de calidad.

Se trabajó con dos proveedores calificados, los cuales aportaron con dos tipos de harina cada uno, en total fueron cuatro muestras de harina de trigo analizadas. Los resultados de dicho estudio se presentan en la tabla 2.1.

Parámetros	Tipos de harina de trigo				
	Valores referenciales	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
P (mmH ₂ O)		132	143	70	186
L (mm)		59	65	61	72
G		17.1	17.9	17.4	18.9
W	280-380	313	365	148	511
P/L	0.5-0.7	2.24	2.2	1.15	2.58
le (%)		61.8	62.6	47.4	62.5

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.1- Análisis alveográfico de 4 muestras de harina de trigo.

En el análisis de resultados podemos observar que tanto las muestras 1 (W=313) y 2 (W=365) están dentro de los valores esperados, lo cual indica la fortaleza o fuerza de la harina y asegura que la masa tendrá un buen desempeño durante las etapas de fermentación y horneado del pan, brindando un buen volumen y forma del producto final. La muestra 4 (W=511) se encuentra fuera de los valores esperados y se trata de una harina que genera masas muy tenaces que dan problemas en el mecanizado, por lo que se necesitaría añadir aditivos de debilitamiento para poder utilizarla. La muestra 3 (W=148) no alcanza el valor mínimo de fortaleza requerido para elaboración de pan tipo molde, esta harina generaría masas con mal

desempeño en las etapas de fermentación y horneado, panes de bajo volumen, que presentarían colapsamiento lateral después del horneado.

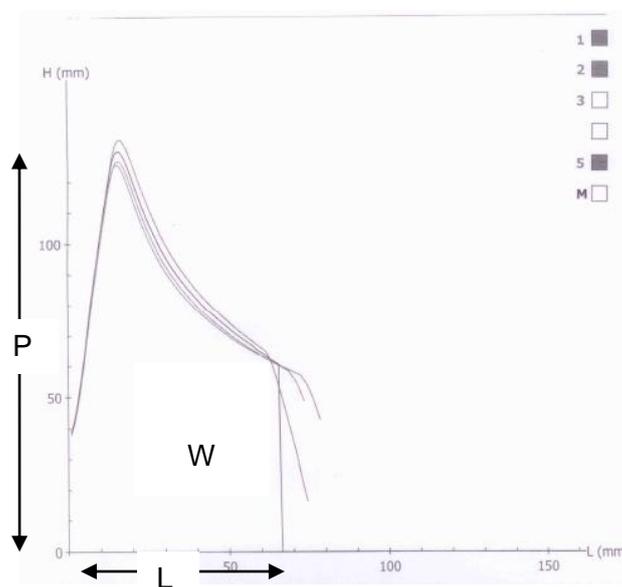
En general todas las muestras arrojan valores superiores al esperado en P/L, cuyo valor óptimo se sitúa entre 0.5 y 0.7. Esto indica que ninguna de las muestras presenta un buen equilibrio o ratio para la aplicación en pan tipo molde blanco. Si bien es cierto que las muestras 1 y 2 presentan un valor de W aceptable podemos observar que mientras menor es el valor de L, las masas obtenidas no serán lo suficientemente extensibles, generando problemas de mecanización.

En cualquiera de los casos se necesitaría mejorar la característica de las masas a través de técnicas de debilitamiento, como por ejemplo: usando la máxima capacidad de absorción de agua de la harina; empleando agua fría para que la masa no supere los 26°C durante los procesos de formado; uso de enzimas proteolíticas y de hemicelulasas que permite que el gluten se extienda al máximo, se hidrate y mejore su condición de extensibilidad.

Por las características que presenta la muestra 4, cuyo resultado del alveograma se puede ver en el anexo 1 ($W=511$ y $P/L=2.58$) la podemos clasificar como harina de gran fuerza y se recomendaría su uso para panes tipo baguettes y panettones, por el contrario, la muestra 3 se puede considerar una harina débil ($W=148$, $P/L=1.15$), apta para el uso en pastelería y hojaldres (ver anexo 8).

El índice (Ie) es un indicador de recogimiento de la masa después de ser estirada mecánicamente. Dicho valor no representa una diferencia significativa entre las muestras 1, 2 y 4. (4) (5) (6)

Finalmente, por todo lo anteriormente explicado se optó por seleccionar la muestra 2 como la idónea para la elaboración de pan tipo molde blanco. En la figura 2.1 se indica el resultado del alveograma.



Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012

Figura 2.1- Curva del alveograma de muestra 2 de harina, seleccionada para elaboración de pan de molde blanco.

2.2 Formulación y elaboración del pan tipo molde blanco sandwichero.

El proceso tradicional de elaboración usado en la panadería “La Fantasía”, consiste en la obtención de masa directa con la aplicación de

masa madre, esta última preparada con un día de anticipación. Las fórmulas se muestran en tabla 2.2. y 2.3. (6) (7)

Fórmula Original	
Ingredientes	%
Harina	100.00
Masa madre	20.00
Agua	57.00
Levadura	5.00
Emulsificantes (fórmula comercial estandar)	1.00
Mejorador de masas (fórmula comercial estándar)	1.00
Propionato de calcio	0.50
Azúcar	8.00
Margarina pastelera	10.00
Leche líquida	5.00
Cebolla licuada	1.00
Pan viejo	10.00

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.2 Fórmula de pan molde

Fórmula Masa Madre	
Ingredientes	%
Pie de Masa	25.00
Harina	100.00
Agua	50.00

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.3 Fórmula de masa madre

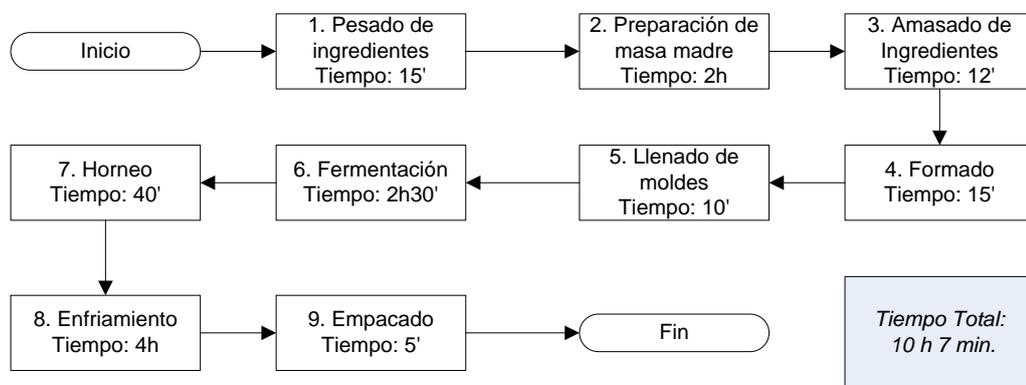
Elaboración de pan tipo molde blanco (proceso tradicional).

1. Pesado de ingredientes. De acuerdo a la formulación se pesan cada uno de los ingredientes de la misma un día anterior.
2. Preparación de masa madre. Con un poco de la masa reservada del día anterior conservada en una cámara frigorífica a 8/10°C a cuya masa se denomina pie de masa, se añade el resto de ingredientes de formulación: harina de trigo, agua y sal, se amasa en primera velocidad, 4 minutos, se retira y coloca en un recipiente limpio y suficientemente grande para dar espacio a que la masa doble su volumen original. La masa estará lista cuando duplique su volumen original, su superficie aparece abombada y lisa, de un olor agradable y que ceda a la presión suave de la mano.

3. Amasado de ingredientes. Junto con la masa madre se agrega el resto de ingredientes y se amasa 4 minutos en primera velocidad y 8 minutos en segunda velocidad.
4. Formado. Se coloca la masa en la tolva del tren de laboreo continuo, donde la masa pasa por la divisora volumétrica donde se separan las piezas de acuerdo al tamaño requerido, luego pasa a la heñidora cónica donde se bolea y pasa a la cámara de reposo, en donde permanece por 10 minutos aproximadamente. Posterior a ello pasa a la formadora de barras, en donde la masa es previamente laminada para desgasificarla y estandarizar las partículas de aire dentro de la misma y luego se enrolla sobre sí misma y finalmente se enlonga hasta el tamaño adecuado.
5. Llenado de moldes. Las piezas obtenidas del formado se colocan en los moldes y dichos moldes en los coches respectivos.
6. Fermentación. Los coches se llevan a la cámara de fermentación en donde permanecen en un ambiente especial con una humedad relativa del 85% y una temperatura de 40°C, por un lapso de 2 horas 30 minutos.
7. Horneo. Una vez fermentado la masa, se colocan los moldes en las bandas del horno continuo, el mismo que ha sido precalentado, y se hornea a una temperatura de 160°C durante 40 minutos.
8. Enfriamiento. Luego del horneo se desmoldan los panes y se colocan en coches de malla y se llevan al cuarto de enfriamiento por 4 horas.

9. Empacado. Una vez que el pan ha alcanzado la temperatura ideal (temperatura ambiente), se lleva a la máquina en donde es rebanado y embolsado, y luego se coloca en gavetas para su posterior despacho.

En la Figura 2.2 se presenta un diagrama del proceso tradicional de producción del pan de molde blanco de panadería La fantasía. (7) (8) (9) (10) (11)



Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Figura 2.2- Diagrama de flujo del proceso tradicional de elaboración de pan de molde blanco.

Uno de los principales problemas que se observó en la panadería “La Fantasía” es en relación a la dosificación de las masas madres, dando lugar a masas con características variadas, generando fluctuaciones durante el proceso y por ende en la calidad del producto final.

Por otro lado, el uso de masas madres no es recomendable en harinas tenaces, ya que tienden a aumentar la fuerza de las mismas. Para el caso de la muestra de harina seleccionada (Muestra 2) aumentaría mucho más su

tenacidad, debiendo recurrir a tratamiento de debilitamiento de la masa, restando eficacia y eficiencia al proceso.

Por lo tanto y en virtud de lo anteriormente citado, se recomienda obviar el uso de las masas madres en la elaboración de pan de molde blanco.

2.2.1 Formulación de pan

Fórmula mejorada

La retroalimentación recibida por parte de los consumidores a través de las encuestas nos ayudó a determinar las características de calidad que más inciden en la decisión de compra. Esto sumado al conocimiento de las características reológicas de la harina obtenidas a través del alveograma, nos permitió establecer la necesidad de reformular el producto y modificar el proceso.

A continuación en la tabla 2.4 se describe la fórmula mejorada.

Fórmula Mejorada	
Harina total	108.00
Prefermento	
Harina	12.96
Agua	70.20
Levadura	4.32
Emulsificantes, fórmula desarrollada acorde a necesidades de vida del producto final	0.54
Mejorador de masas, fórmula desarrollada en base a necesidades de harina	0.27
Propionato de Calcio	0.32
Fosfato monocalcico	0.32
Masa Final	
Harina	95.04
Agua	-
Sal	2.16
Azucar	7.56
Manteca	5.40
Leche en polvo	3.24

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.4 Fórmula de pan molde mejorada

La reformulación tuvo como objetivo corregir los problemas de calidad observados en el producto final, los cuales se citaron en el capítulo anterior. De acuerdo a la encuesta los problemas de calidad que más resaltan los clientes (firmeza 46% y suavidad 37%) están ligados al aspecto de la textura y estos a su vez están relacionados con las propiedades reológicas de la harina de trigo utilizada. Por lo que la reformulación fue orientada a manejar adecuadamente las propiedades reológicas de la harina seleccionada, produciendo masas equilibradas durante el mecanizado, mediante el uso de aditivos que coadyuven a mejorar la extensibilidad de las harinas tenaces; esto se logró mediante la sustitución de mejoradores comerciales de masas por preparados enzimáticos que contienen hemicelulasas, pentosanasas y proteasas. También se incluyó el uso de emulsificantes apropiados que acomplejen los almidones de manera tal que retarden la retrogradación, mejorando las características de suavidad y ternura del pan.

Se eliminó el uso de la masa madre, por los motivos antes descrito, en su lugar se empleó un prefermento líquido, para aportar sabor al pan, sin aumentar la tenacidad en la masa. (4) (8) (9)

2.2.2 Costo de fórmula

Para el cálculo del costeo de ingredientes se tomaron como referencia los siguientes datos:

Producto	Presentación	Costo
Harina	Sacos 50 Kg	\$ 38.00
Levadura	Paquetes 500 g	\$ 1.73
Emulsificantes	Fundas 1 Kg	\$ 7.00
Mejoradores de masa	Fundas 1 Kg	\$ 3.50
Propionato de Calcio	Funda 500 g	\$ 2.22
Fosfato monocalcico	Funda 1 Kg	\$ 1.00
Sal	Saco 50 Kg	\$ 8.00
Azúcar	Saco 50 Kg	\$ 34.50
Manteca	Tacho 55 Kg	\$ 95.15
Leche en polvo	Saco 20 Kg	\$ 178.80
Margarina pastelera	Tacho 55Kg	\$ 105.00
Leche líquida	Litro	\$ 0.70
Cebolla licuada	Kilo	\$ 1.00

Elaborada por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.5 Lista de precios referenciales

Con los datos mostrados en la tabla anterior se obtuvo lo siguiente:

Fórmula Masa Madre			
Ingredientes	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
Pie de Masa	25.00	\$ 0.70	\$ 17.50
Harina	100.00	\$ 0.76	\$ 76.00
Agua	50.00	\$ 0.00	\$ 0.05
Peso Total	175.00	Costo Total	\$ 93.55
Peso Unitario	1 Kg		
Unidades Totales	175.00 Kg		
Costo M.P.U.	0.53 USD		

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.6. Costeo masa madre

Fórmula Tradicional			
Ingredientes	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
Harina	100.00	\$ 0.76	\$ 76.00
Masa madre	20.00	\$ 0.53	\$ 10.69
Agua	50.00	\$ 0.00	\$ 0.05
Levadura	5.00	\$ 3.46	\$ 17.30
Emulsificantes (fórmula comercial estandar)	1.00	\$ 7.00	\$ 7.00
Mejorador de masas (fórmula comercial estándar)	1.00	\$ 3.50	\$ 3.50
Propionato de calcio	0.50	\$ 4.44	\$ 2.22
Azúcar	8.00	\$ 0.69	\$ 5.52
Margarina pastelera	10.00	\$ 1.91	\$ 19.10
Leche líquida	5.00	\$ 0.70	\$ 3.50
Cebolla licuada	1.00	\$ 1.00	\$ 1.00

Total	201.50	Kg	\$ 145.88
--------------	--------	----	-----------

Peso Unitario	0.6 Kg
Unidades Totales	335.83 Moldes
Costo M.P.U.	0.43 USD

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.7. Costeo de la fórmula tradicional

Fórmula Mejorada			
Harina total	108.00		
Prefermento			
Ingredientes	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
Harina	12.96	\$ 0.76	\$ 9.85
Agua	70.20	\$ 0.00	\$ 0.07
Levadura	3.50	\$ 3.46	\$ 12.11
Emulsificantes, fórmula desarrollada acorde a necesidades de vida del	0.54	\$ 7.00	\$ 3.78
Mejorador de masas,	0.27	\$ 3.50	\$ 0.95
Propionato de Calcio	0.32	\$ 4.44	\$ 1.44
Fosfato monocalcico	0.32	\$ 1.00	\$ 0.32
Masa Final			
Harina	95.04	\$ 0.76	\$ 72.23
Agua	-	\$ 0.00	-
Sal	2.16	\$ 0.16	\$ 0.35
Azucar	7.56	\$ 0.69	\$ 5.22
Manteca	5.40	\$ 1.73	\$ 9.34
Leche en polvo	3.24	\$ 8.94	\$ 28.97

Total	201.52	Kg	\$ 144.62
--------------	--------	----	-----------

Peso Unitario	0.6 Kg
Unidades Totales	335.86 Moldes
Costo M.P.U.	0.43 USD

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.8- Costeo de la fórmula mejorada

De acuerdo al análisis de los costos de materias primas, la reformulación y la fórmula tradicional se equiparan, por lo tanto al no afectar los costos su aplicación es viable para la empresa. Sin embargo, como podemos ver en la tabla 2.9 existe un ahorro significativo en el costo de mano de obra y costo fabril, debido a la mejora en tiempos de procesos y el ahorro es del orden de 43%, por lo que es recomendable totalmente su aplicación.

	Tpo. Proceso (horas)	M.O.	Hora/hombre	Costo M.O.	C Fx Parada	Costo Total	U. x Parada	Costo Unitario
Proceso tradicional	10.12	3	\$ 1.25	\$ 37.95	\$ 113.13	\$ 151.08	336	\$ 0.45
Proceso mejorado	5.77	3	\$ 1.25	\$ 21.64	\$ 64.50	\$ 86.14	336	\$ 0.26

Reducción con la implementación del proceso mejorado	\$ 0.19
	43%

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.9- Costos de fabricación – Proceso tradicional vs. Proceso mejorado

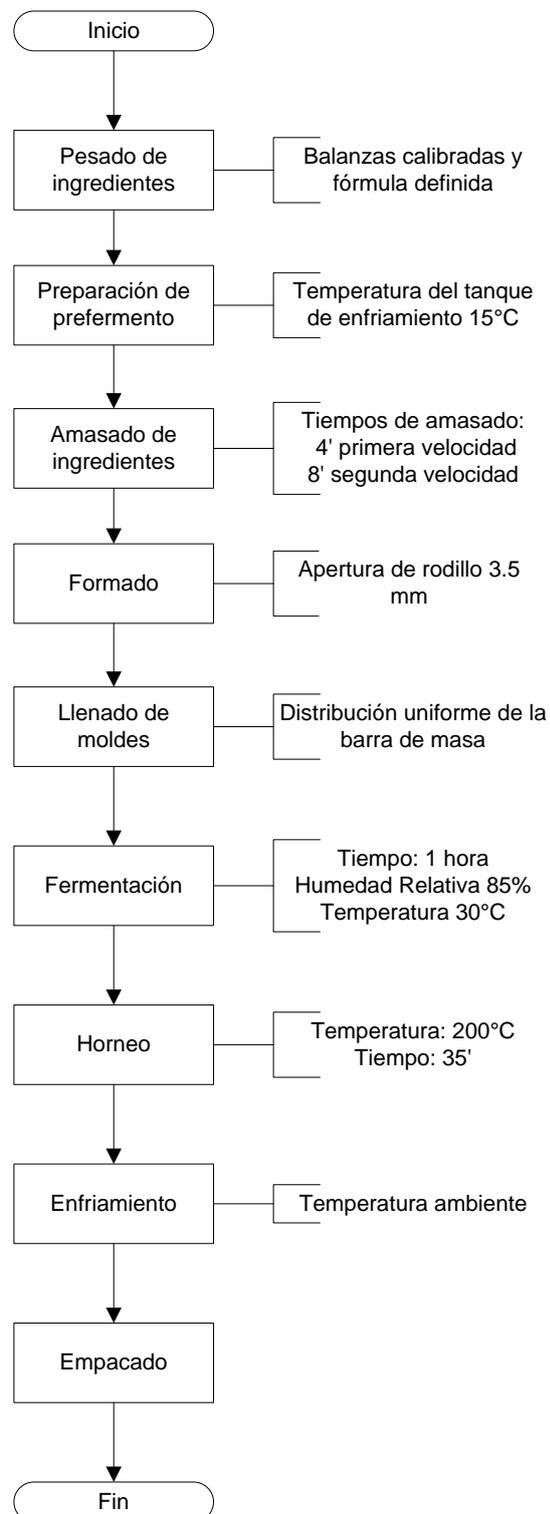
2.2.3 Elaboración del pan

Proceso mejorado.

Una vez reformulado el producto, fue necesario realizar mejoras en el proceso a fin de obtener un pan con las características deseadas. A continuación en la tabla 2.10 se describe las mejoras realizadas. Así mismo, en la figura 2.3 se indica el diagrama de flujo para dicha operación.

Actividad del Proceso	Cambios en el nuevo proceso
Pesado de Ingredientes	El proceso se mantiene igual al anterior.
Preparación de masa madre	Se sugiere la eliminación de la masa madre puesto que la harina tiene suficiente fuerza y las masas madres tienden a aumentar la fuerza originando una deformación de la hogaza o bajo volumen del producto. En su lugar se realiza un prefermento líquido que consiste en usar a penas un 12% de la harina total más todos los aditivos, levadura y agua.
Amasado de ingredientes	Se intensifica el amasado hasta el máximo desarrollo de la red glutínica, a diferencia del amasado anterior en la que no desarrollaba todo el gluten.
Formado	En el formado se propone un ajuste en los rodillos para la obtención del máximo laminado de masa y la extensión al máximo de la torta
Llenado de moldes	Se corrigen excesos de aceite antiadherente en los moldes para evitar desperdicios y baja calidad en el pan
Fermentación	Se corrigen las temperaturas, disminuyendo de 40°C aproximadamente a 30°C. La humedad la relativa disminuye de 95% a 85%. El tiempo de fermentación se ajustó a 1 hora.
Horneo	Se ajusta la temperatura de horneado de 160°C a 200°C y el tiempo de 45 minutos a 35 minutos
Enfriamiento	Se dio al pan horneado una separación en los coches de enfriamiento y se designó un área aislada del proceso para evitar contaminaciones de producto. Se incorporaron alarmas y registros para controlar los tiempos de enfriamiento.
Empacado	Se realizó una limpieza profunda al equipo, la misma que se debe realizar una vez por semana

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.10- Proceso mejorado Pan molde blanco



Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Figura 2.3- Diagrama de flujo del proceso mejorado y puntos de control

2.3 Proceso estandarizado de producción

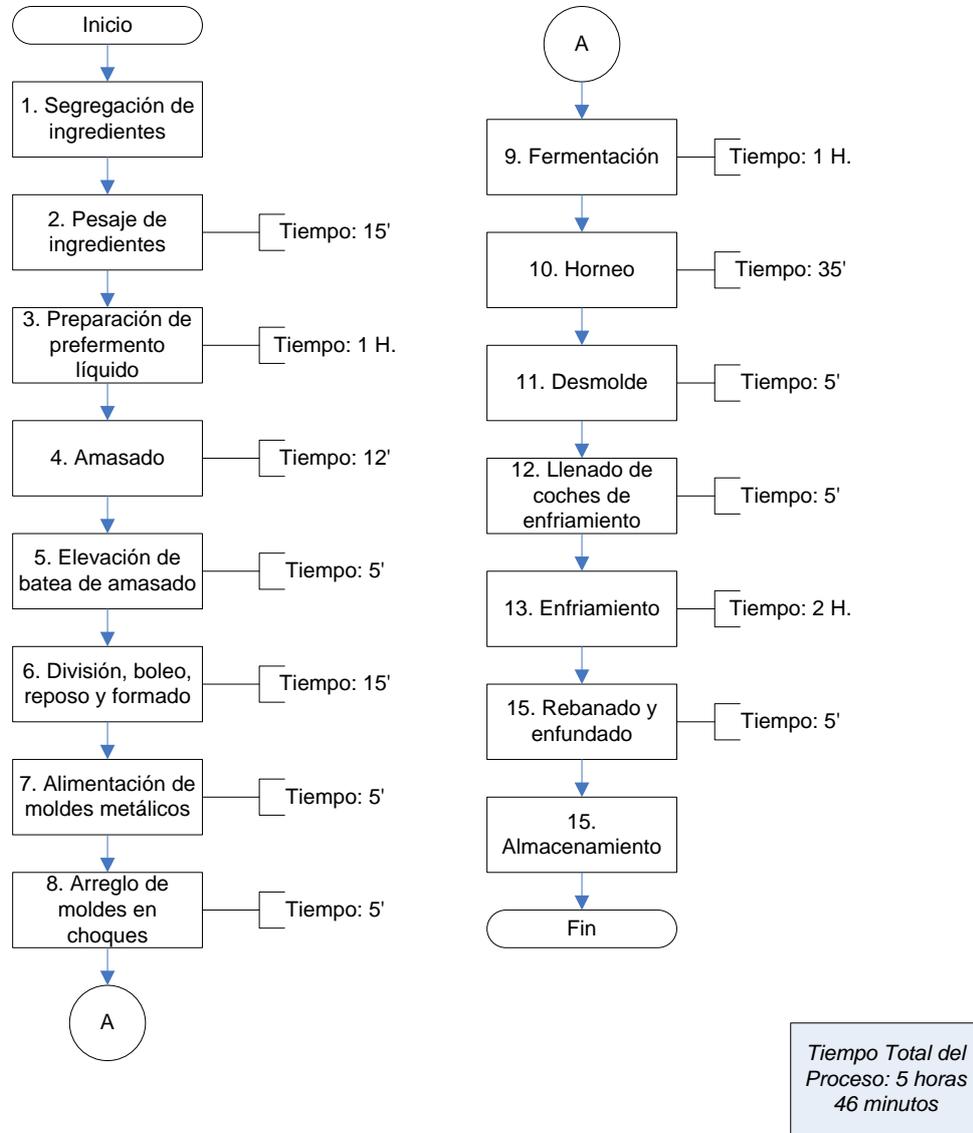
Ajustes en el nuevo proceso

A continuación se describe de forma pormenorizada las etapas del proceso mejorado:

1. Pesaje de ingredientes: De acuerdo a la orden de producción del día aprobada por el jefe de producción se procede a pesar durante el día.
2. Preparación de prefermento líquido: Se mezclan los ingredientes del prefermento de acuerdo a la formulación, se prepara un solo prefermento para la primera corrida que dura hasta el medio día, arrancando a las 7 am. Se colocan los ingredientes en el tanque con agitación mecánica y se enciende el agitador mecánico y el sistema de enfriamiento que mantiene toda la mezcla a 15°C. Para ello se agrega en la preparación del prefermento todos los aditivos a la harina, toda el agua de la fórmula y toda la levadura de la fórmula, se mezcla constantemente, logrando esto con el uso de un tanque con agitación mecánica y enchaquetado refrigerado lo que permite mantener a 15°C desde 2 horas hasta 8 horas máximo antes de su uso en la masa final.
3. Amasado: Se colocan todos los restantes ingredientes según formulación y se adiciona a través de la bomba de dosificación el prefermento y se amasa a 4 minutos en primera velocidad y 8 minutos en segunda, se verifica el máximo desarrollo del gluten visualmente.
4. Elevación de la batea de amasado: Se lleva la olla de amasado hasta el elevador hidráulico para alimentar la tolva de la línea de formado.
5. División, boleo, reposo y formado: En el tren de laboreo se lleva a cabo estas tres etapas del proceso de formado de la masa, en esta línea se ha calibrado todo los parámetros de acuerdo a las características obtenidas para esta nueva masa, se obtiene una masa fuerte pero a su vez lo suficientemente extensible para ser estirada lo suficiente en el rodillo laminador y luego permitir un enrollado sobre si misma, quedando lo suficientemente desgasificada promoviendo una miga uniforme y firme en el producto final.

6. Alimentación de moldes metálicos: Los moldes metálicos previamente lubricados con antiadherente entran por una banda transportadora para que automáticamente sean llenados de las barras de pan que salen al final de la línea.
7. Arreglo de moldes en coches: Los moldes llenos se colocan en coches para ser llevados a cámara de fermentación.
8. Fermentación: Se lleva a cabo en una cámara ajustada la temperatura a 30°C y 85% Humedad Relativa, por un tiempo de 1 hora.
9. Horneo: Se alimenta las bandas de transporte continuo del horno y se hornea a 210° C por espacio de 35 minutos.
10. Desmolde: Terminado el horneo, inmediatamente se procede al desmolde y colocación en perchas de enfriamiento.
11. Llenado de coches de enfriamiento: Estos coches son de lámina de acero inoxidable microperforadas, se acomoda el pan guardando un espacio de 10cm entre cada pieza de pan para que este pueda enfriarse rápida y uniformemente.
12. Enfriamiento: El enfriamiento se lleva a cabo en un cuarto acondicionado a una temperatura constante de 28°C y aislado completamente de las demás áreas de proceso, en este cuarto están restringidas la entradas de personal ajeno a la misma y se controlan rigurosamente las normas de calidad y asepsia, para evitar contaminaciones cruzadas.
13. Rebanado y enfundado: Se colocan los panes sobre la tolva de alimentación de la rebanadora-embolsadora automática y se controla y registra los tiempos y calidad de los sellados, así como la regularidad de las rebanadas. Se coloca # lote y fechas de elaboración y expiración.
14. Almacenamiento: El producto finalmente es llevado a un área de almacenamiento temporal por menos de 12 horas, durante este período el departamento de calidad debe verificar y liberar o retener el producto listo para la venta al mercado.

DIAGRAMA DE PROCESO PARA PAN TIPO MOLDE BLANCO

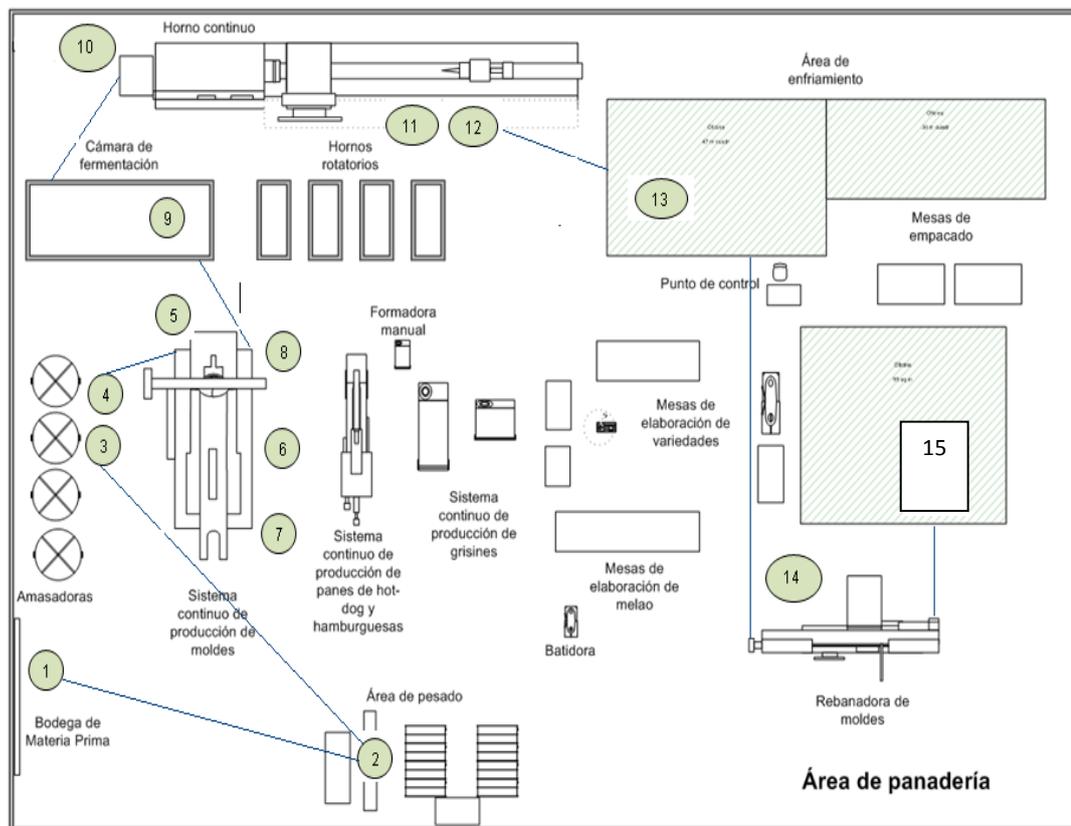


Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012

Figura 2.4- Diagrama de flujo del proceso mejorado y tiempos de proceso

Layout de planta, ajustado al nuevo proceso.

A continuación, en la figura 2.5 se presenta el layout de la planta con los equipos que incluyen el nuevo proceso desarrollado para el pan tipo molde blanco de la “Panadería La Fantasía”.



Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
 Figura 2.5- Layout del proceso mejorado de la planta Fantasía

2.4 Análisis de aceptabilidad.

Una vez planteada la nueva fórmula y diseñado el nuevo proceso para la elaboración de pan molde blanco “La Fantasía”, fue necesario establecer un sistema de validación de cumplimiento de objetivos. Para ello se propuso dos métodos de evaluación, el primero fue un test de evaluación sensorial hedónica con la participación de un panel de degustación entrenado y por otro lado un test instrumental con el uso de equipos para medir los cambios de textura y variación en el contenido de humedad del producto por un período de 10 días, tiempo estimado de vida útil de estos productos.

Análisis Sensorial.

Se realizó un panel sensorial hedónico, con la participación de panelistas entrenados, que nos permitan bajo un análisis estadístico de los resultados basados en ANOVA, establecer si existen diferencias significativas y si la nueva fórmula es del agrado de la gente, y por tanto si es la idónea para remplazar a la tradicional. (12) (13)

Panelistas entrenados.

Fueron seleccionados 6 panelistas entre el personal de planta que ya habían sido capacitados previamente en estos análisis y que mostraban desarrollo de habilidades en la participación durante otros estudios. Ellos fueron

adiestrados para que realizaran las pruebas de degustación según las instrucciones dadas.

Muestras

Las 3 muestras se identificaron como; A, B y C, que corresponden de la siguiente manera: A=muestra patrón, B= pan tradicional y C= pan reformulado.

Las muestras fueron colocadas en envases plásticos herméticos para evitar que sufran intercambio de vapores con el medio ambiente, cada envase estaba rotulado convenientemente.

Prueba Hedónica.

En esta prueba se valoraron atributos de calidad como: resistencia a la untabilidad, suavidad y sensación de frescura, todos ellos relacionados con el pan tipo molde blanco.

A fin de establecer el grado de aceptación o rechazo del producto, se aplicó una escala de valores que va de 1 al 5, de la siguiente manera:

- 1= me disgusta totalmente
- 2= no me agrada
- 3= ni me agrada, ni me desagrada
- 4= me agrada
- 5= me agrada mucho

Las pruebas para suavidad y sensación de frescura, se realizaron únicamente con el uso directo de los sentidos. Mientras que para el caso de

la prueba de untabilidad, fue necesario el uso de un cuchillo de mesa y una margarina que no requiere refrigerar.

Resultados.

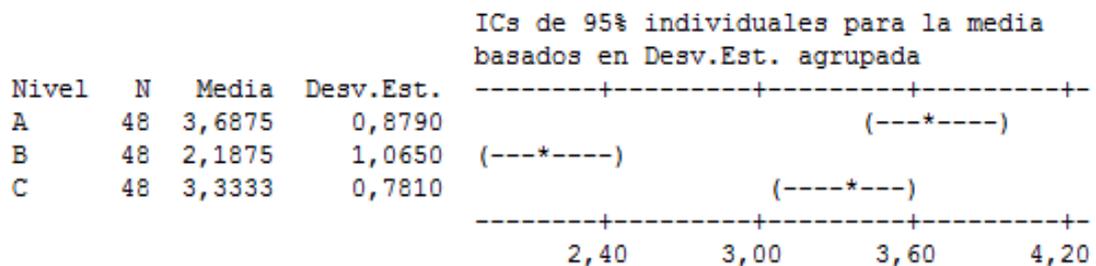
Para una mejor validación de los resultados obtenidos durante el panel de degustación, se aplicó el análisis de varianza “ANOVA” para cada uno de los atributos evaluados, con la ayuda de un programa desarrollado en minitab. Para lo cual se obtuvo lo siguiente:

Análisis de Suavidad

ANOVA unidireccional: S vs. MUESTRA

Fuente	GL	SC	CM	F	P
MUESTRA	2	59,014	29,507	35,17	0,000
Error	141	118,292	0,839		
Total	143	177,306			

S = 0,9159 R-cuad. = 33,28% R-cuad. (ajustado) = 32,34%



Desv.Est. agrupada = 0,9159

Elaborado por Everaldo Ramírez

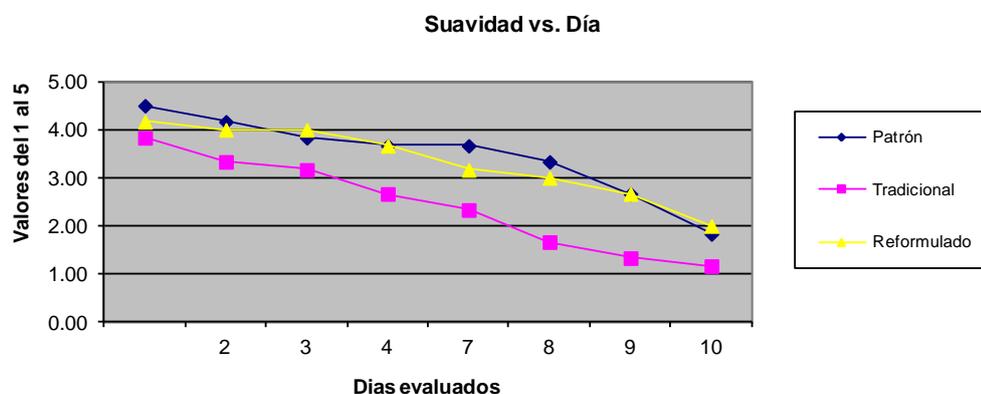
Fig.2.6 Análisis de varianza Muestra vs. Suavidad

De acuerdo al análisis de la varianza en los resultados de la evaluación de suavidad, la muestra C (reformulación) posee una media 3,333 que es cercana a la media de la muestra A (patrón) 3,6875 y algunos valores de su dispersión están dentro de los valores de la muestra A; al contrario la muestra B (fórmula tradicional) arrojó una media de 2,1875 y no incluye ningún valor dentro de los valores dispersos de la muestra A. Podemos por lo tanto, concluir que en la evaluación sensorial para suavidad, la muestra B es significativamente diferente.

En la tabla 2.11 se presenta un resumen de los promedios diarios obtenidos del test sensorial para suavidad por cada muestra y la gráfica de este resultado se observa en la figura 2.7.

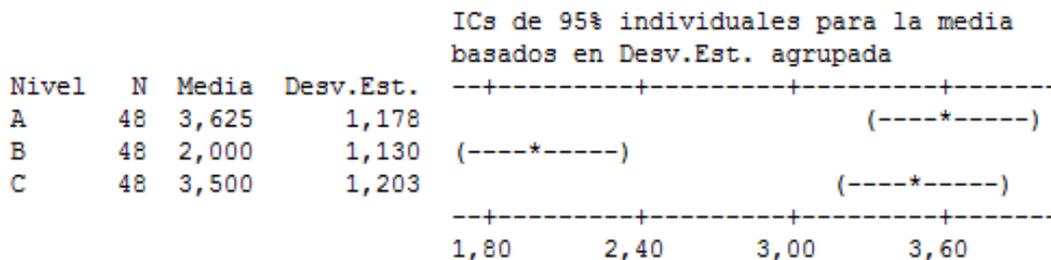
SUAVIDAD									
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	Prom.
Patrón	4.50	4.17	3.83	3.67	3.67	3.33	2.67	1.83	3.46
Tradicional	3.83	3.33	3.17	2.67	2.33	1.67	1.33	1.17	2.44
Reformulado	4.17	4.00	4.00	3.67	3.17	3.00	2.67	2.00	3.33

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.11- Resultados promedios de panelistas de las 3 muestras de acuerdo al atributo de suavidad



Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Figura 2.7- Valores promedios de suavidad vs días de las tres muestras evaluados

Análisis de Sensación de Frescura



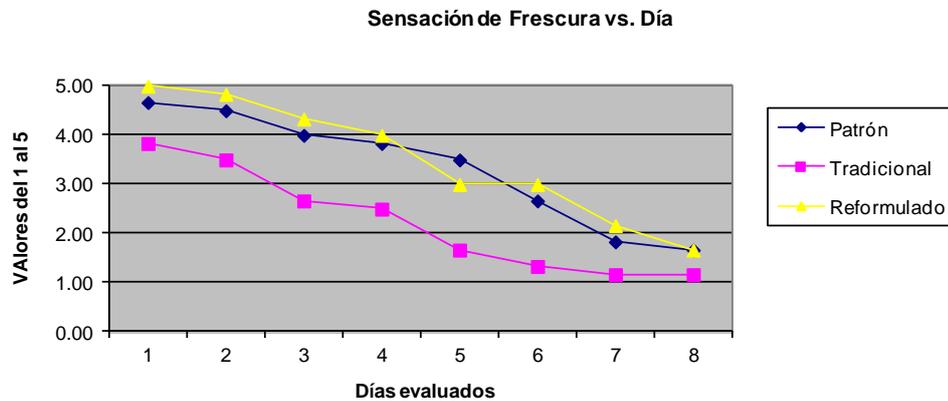
Elaborado por: Everaldo Ramírez
Figura 2.8- Análisis de varianza – Muestra vs. Sensación de Frescura

De acuerdo al análisis de la varianza en los resultados de la evaluación de sensación de frescura, la muestra C (reformulación) posee una media de 3,5 cercano a la media de la muestra patrón 3,625 e incluye muchos valores dentro de dispersión, a diferencia de la muestra B (fórmula tradicional) que no incluye valores dentro de la muestra A. Podemos por lo tanto, concluir que en la evaluación sensorial para sensación de frescura, la muestra B es significativamente diferente.

En la tabla 2.12 se presenta un resumen de los promedios diarios obtenidos del test hedónico para sensación de frescura por cada muestra y la grafica de este resultado podemos observar en al figura 2.9.

SENSACIÓN DE FRESCURA									
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	Prom.
Patrón	4.67	4.50	4.00	3.83	3.50	2.67	1.83	1.67	3.33
Tradicional	3.83	3.50	2.67	2.50	1.67	1.33	1.17	1.17	2.23
Reformulado	5.00	4.83	4.33	4.00	3.00	3.00	2.17	1.67	3.50

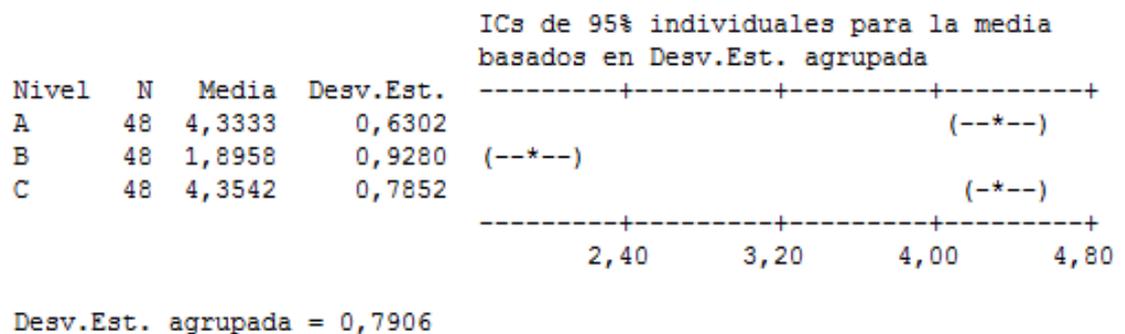
Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.12- Resultados promedios de panelistas de las 3 muestras de acuerdo al atributo de sensación de frescura



Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012

Figura 2.9- Valores promedio de sensación de frescura vs días de las tres muestras evaluados

Análisis de Resistencia a la Untabilidad



Elaborado por: Everaldo Ramírez

Figura 2.10- Análisis de varianza – Muestra vs. Resistencia a la Untabilidad

De acuerdo al análisis de la varianza en los resultados de la evaluación de la resistencia a la untabilidad, la muestra C (reformulación) posee una media superior a la muestra A (patrón) y sus valores dispersos están todos incluidos

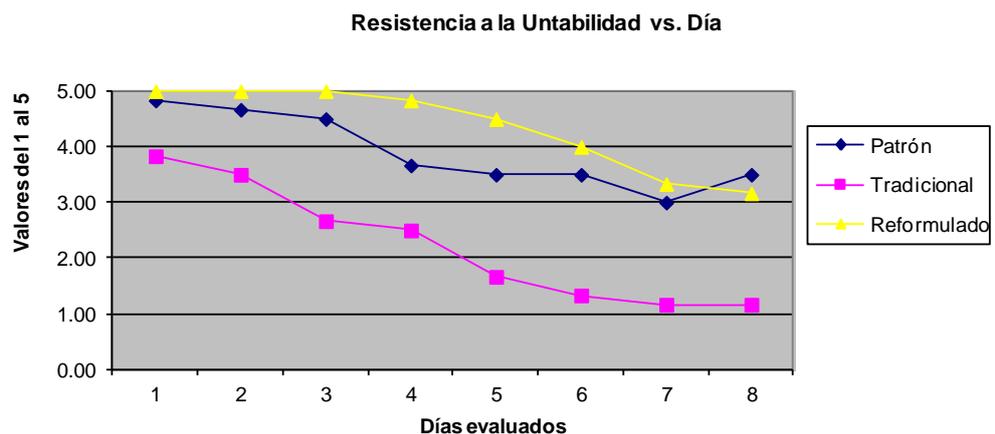
dentro de los valores de la muestra A, por el contrario la muestra B (fórmula tradicional) no incluye valores dentro de la dispersión de la muestra A y su media está completamente alejada a los valores de la muestra A y C. Por lo tanto, se concluye que en la evaluación sensorial para resistencia a la untabilidad, la muestra B es significativamente diferente.

En la tabla 2.13 se presenta un resumen de los promedios diarios obtenidos del test sensorial para resistencia a la untabilidad por cada muestra y la grafica de este resultado se observa en al figura 2.11.

RESISTENCIA A LA UNTABILIDAD									
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	Prom.
Patrón	4.83	4.67	4.50	3.67	3.50	3.50	3.00	3.50	3.90
Tradicional	3.83	3.50	2.67	2.50	1.67	1.33	1.17	1.17	2.23
Reformulado	5.00	5.00	5.00	4.83	4.50	4.00	3.33	3.17	4.35

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012

Tabla 2.13- Resultados promedios de panelistas de las 3 muestras de acuerdo al atributo de resistencia a la untabilidad



Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012

Figura 2.11- Valores promedios de resistencia a la untabilidad vs días de los tres muestras evaluados

Finalmente, ANOVA permite concluir que la muestra B (fórmula tradicional) es significativamente diferente a las muestras A (patrón) y C (reformulación); adicional se observa que la muestra C (reformulación) tiene una alta aceptabilidad por parte de los panelistas como lo corroboran sus medias, muy cercanas a a los de la muestra patrón, por lo que es un buen prototipo para que la empresa “La fantasía” recupere sus clientes.

2.4.1 Textura

En el análisis de textura se determinó, pruebas de dureza, deformación recuperable y deformación total, por un período de 10 días. Todas las pruebas se realizaron por duplicado, utilizando el texturómetro Brookfield (fig. 2.12) y los parámetros de medición utilizados se pueden ver en la tabla 2.14. (5) (11)

Parámetro	Descripción
Sonda	TA 3/100 (3.81 mm D, 20 mm L, Clear Acrylic)
Valor Meta	10 mm
Tipo de Objetivo	Distancia
Velocidad de Test	0.50 m/s
Carga	5.00 g

Tabla 2.14 Parámetros de medición para las pruebas de textura



Figura 2.12. Texturómetro de Brookfield

La textura puede considerarse como una manifestación de las propiedades reológicas de un alimento. Es un atributo importante de calidad que influye en la preferencia del consumidor; en el procesamiento y manipulación de

alimentos y, puede considerarse como índice de deterioro. La importancia de la textura en la calidad total varía ampliamente en función del tipo y composición fisicoquímica del alimento, entre otros factores. Así, por ejemplo, la textura puede ser un factor crítico en la calidad de alimentos tales como papas fritas, hojuelas de maíz, galletas y panes. Por esto existe mucho interés por tratar de cuantificar la textura a través de métodos analíticos.

Los resultados obtenidos de los ensayos de textura realizados a los panes de las tres formulaciones se observan en la tabla 2.15, donde F1 corresponde a la fórmula tradicional y F2 a la reformulación, patrón es el pan de la competencia que es el que estaban usando los carretilleros en reemplazo del molde “La Fantasía”.

Día	Dureza (g)			Deformación Recuperable (mm)			Trabajo Total (mJ)		
	F1	F2	Patrón	F1	F2	Patrón	F1	F2	Patrón
1	1072.25	769.75	1136.25	2.98	7.87	6.93	26582	25416	45144
2	1114.50	897.00	1083.25	2.89	7.74	6.20	26515	34832	43748
3	2109.50	1764.75	1064.00	3.97	6.11	6.27	51054	60377	47897
4	2588.50	1676.75	1139.25	3.46	6.78	6.73	33147	66921	51081
5									
6									
7	3423.15	1825.63	1795.63	3.42	6.36	5.98	37899	74239	70123
8	3795.25	1895.63	1996.31	3.45	6.07	5.86	42305	79526	76543
9	4083.75	1918.75	2155.75	3.48	5.94	5.74	45127	82989	79134
10		2061.50	2123.25		5.37	5.65		71555	75239

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012
Tabla 2.15- Valores obtenidos de las pruebas con el texturómetro

Durante los días 5 y 6 no se registran valores debido a que no había disponibilidad de laboratorio por tratarse de días no laborables. En la

muestra F1 en el día 10 no se registran valores debido que estaban fuera del rango máximo del instrumento de medición.

2.4.2 Interpretación de datos

Como resultado de los ensayos se obtuvieron las curvas de Dureza vs. Tiempo, Deformación recuperable vs. Tiempo y Trabajo Total vs. Tiempo. A continuación se procede a su interpretación.

Curva de Dureza vs. Tiempo

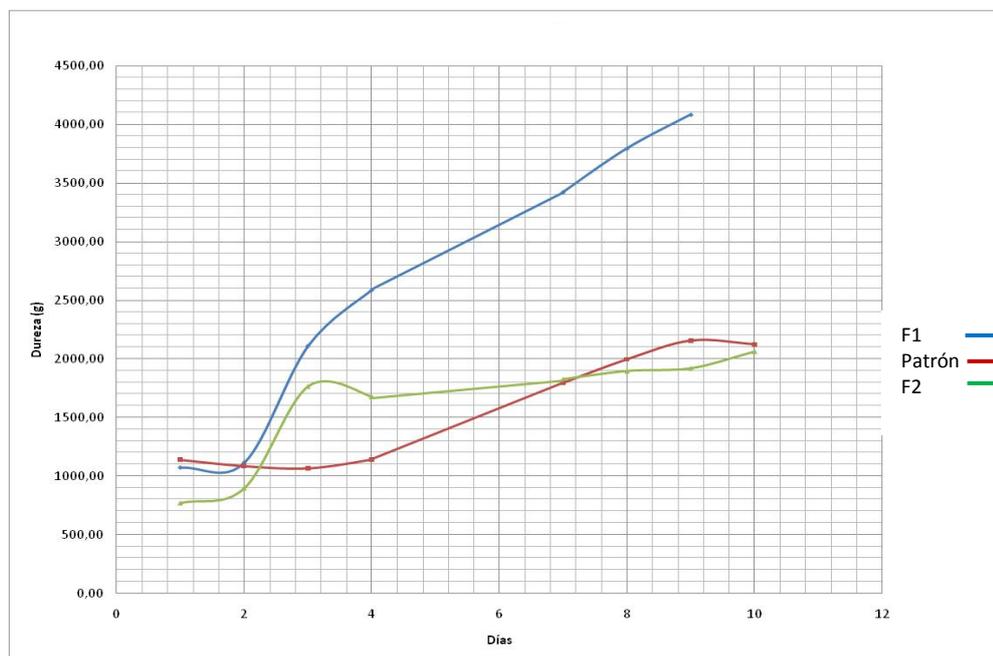


Figura 2.13- Curva de variación Dureza vs. Tiempo

La Figura 2.13 describe el comportamiento de la dureza vs tiempo de las 3 fórmulas evaluadas. Durante los primeros 4 días se pudo observar que la

muestra patrón se mantuvo estable y que a partir de allí describe un aumento significativo hasta el día 9 donde se vuelve a estabilizar hasta la finalización de las pruebas. Mientras que la muestra F1 desde el día 2 presenta un aumento significativo y constante hasta el último día de pruebas. La muestra F2 (reformulada) comienza con un valor mucho menor que los anteriores pero en el día 2 presenta un incremento significativo hasta el día 3, donde sufre una ligera baja, sin alcanzar los valores de la muestra F1, sin embargo, en el día 7 aproximadamente alcanza valores similares que la muestra patrón y se mantiene ligeramente mejor hasta el final de la prueba.

El texturómetro indica a través de la dureza vs tiempo, una cuantificación del envejecimiento del pan, relacionado con la recristalización (retrogradación) de las fracciones de los almidones, amilosa y amilopectina. El reemplazo del mejorador de masas comercial, por otro que contiene mezclas enzimáticas que incluye hemicelulasas y pentosanasas, permitió alargar este tiempo de envejecimiento del pan, debido a que al retener más agua por las fracciones de carbohidratos que no son almidones (celulosas, xilanos, etc), permite con el paso del tiempo disponer de más agua para ceder a los almidones, así evitar una prematura retrogradación. Adicionalmente el uso de emulsificantes adecuados en lugar de los comerciales permitió envolver los gránulos de almidón y esto ocasionó que la pérdida de humedad sea más lento, esto explica la mejora substancial en el comportamiento de cambios de dureza en cuanto al tiempo. (5)

Curva de Deformación Recuperable vs Tiempo

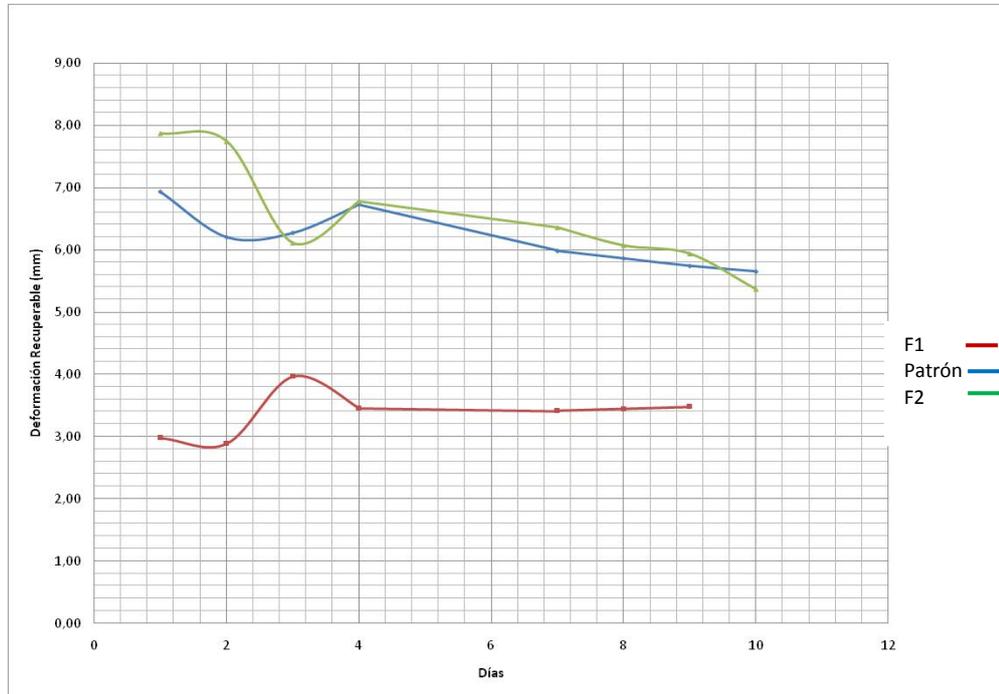


Figura 2.14- Curva de Deformación recuperable vs. Tiempo

En la Figura 2.14 se puede observar que la muestra patrón durante los primeros 4 días oscila en el mismo valor describiendo una ligera curva descendente pero con tendencia a la recuperación, de allí se comporta con una tendencia al descenso constante pero con valores no muy drásticos hasta el último día de evaluación. La muestra F1 tiene un valor muy bajo para la deformación recuperable, partiendo de un valor de 3 mm en el día 1, descendiendo ligeramente para el día 2, mostrando un incremento a 4mm en el día 3 para volver a caer hasta 3.5 mm en el día 4 y de allí manteniéndose relativamente constante hasta el fin de las pruebas, sin embargo muy por debajo de la muestra patrón. La muestra F2 (fórmula mejorada) arranca con

un mejor perfil con un valor cercano a 8 mm al inicio manteniéndose estable hasta el día 2 donde empieza a decaer hasta un valor cercano a 6 mm para el día 3, donde experimenta una recuperación que llega hasta 6.8 para el 4to día, de allí en adelante mantiene un descenso constante y equipara los valores de la muestra patrón casi al final de las pruebas.

Este parámetro medido en el texturómetro está relacionado con la esponjosidad del pan. La esponjosidad está determinado por las características de la masa de retener aire en la estructura hueca formada por las cedillas o alveolos de la miga del pan, esto está influenciado por las características fisicoquímicas y reológicas de la harina, por ello la mejora en el trato de la masa de acuerdo a sus características reológicas obtenidas en el estudio a través del alveograma, así como el uso de aditivos como los emulsificantes y enzimas en la reformulación, permiten un mejor formado de alveolos en tamaño y uniformidad, para el mejor desempeño funcional del pan de molde blanco. Por lo que podemos decir, que la fórmula mejorada, muestra F2, instrumentalmente tiene un comportamiento muy cercano a la muestra patrón.

Curva de Variación Trabajo Total vs Tiempo

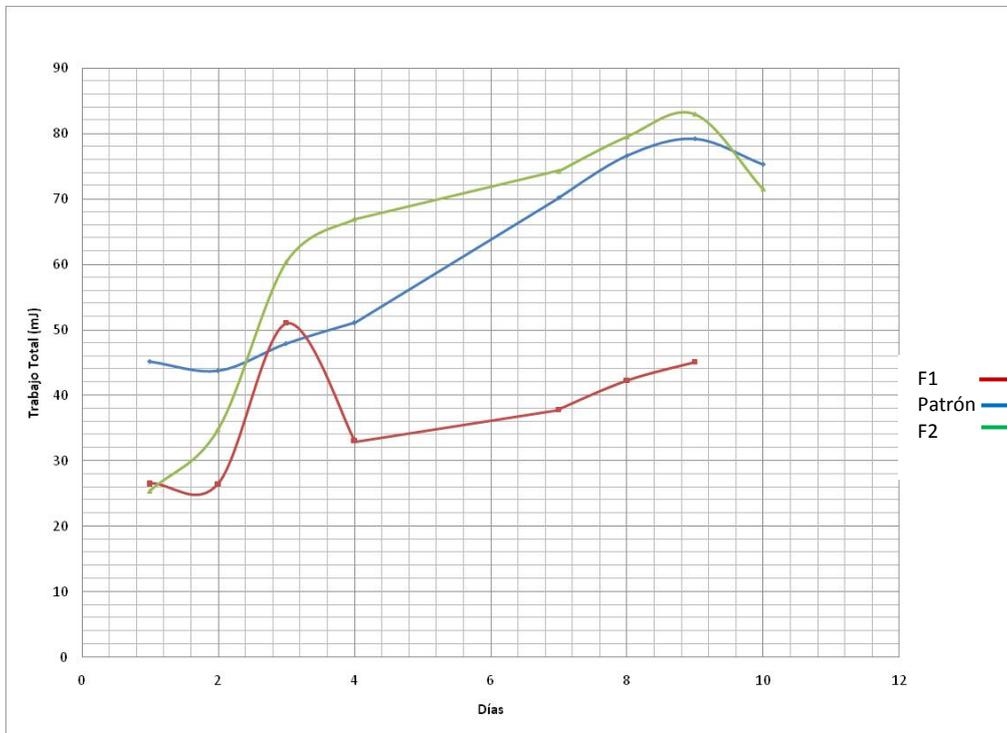


Figura 2.15- Curva de Variación de Trabajo Total vs. Tiempo

En esta prueba se mide la resistencia a la ruptura, lo que se relaciona con la resistencia a la untabilidad, siendo este el factor más preponderante en el momento de la decisión de compra por parte del consumidor. En la gráfica podemos apreciar que la muestra patrón se mantiene ligeramente estable hasta el 2° día, donde empieza a subir los valores constantemente hasta el día 9 no donde alcanza valores de 80mm y de allí desciende ligeramente hasta 75mm en el último día de lectura. La muestra F1, arranca con el mismo valor de la muestra F2, pero en seguida desmejora, luego un ligero incremento hasta el día 3 a 50mm, siendo este el mejor valor desde donde vuelve a caer hasta el día 4, donde empieza un incremento pero muy leve y

se mantiene con esa tendencia constante hasta el último día de pruebas. La muestra F2 arranca con un valor similar a la F1, pero con valores ascendente hasta que el día 2,5 alcanza a la muestra patrón y superándola por el resto del tiempo hasta el día 9,8 donde equipara al valor del patrón. Por lo que se concluyó que la muestra F2 tuvo un mejor desempeño en cuanto a la resistencia a la untabilidad que las otras muestras.

El comportamiento substancialmente mejorado de la reformulación con respecto a la muestra elaborado con la fórmula tradicional, indiscutiblemente se debe al uso de las mezclas enzimáticas de hemicelulasas y pentosanasas, que al romper las cadenas complejas de los arabinoxilanos liberan la cadena de gluten, el cual desarrollarse al máximo durante el amasado confiere mayor cohesión y resistencia a la miga, por lo que se mejora su resistencia a la untabilidad. (2) (12) (13) (14)

2.5 Estabilidad del pan de molde blanco sandwichero.

Adicional a las pruebas de textura se realizó pruebas de porcentaje de Humedad vs. Tiempo. Estos factores tienen una estrecha relación con los valores de textura y expresan la retrogradación de los almidones que indican el envejecimiento del pan. (15) (16) (17) (18) Los resultados de los análisis se muestran en la tabla 2.16. A su vez se representan gráficamente cada

característica que se evaluó de los panes con respecto al tiempo comparando las 3 formulaciones

Día	%H ₂ O		
	F1	F2	Patrón
1	60.37	58.9	59.17
2	59.42	59.64	57.64
3	59.32	58.94	58.1
4	58.01	58.04	57.96
5			
6			
7	51.51	50.29	52.4
8	42.17	43.81	44.65
9	34.46	37.93	38.54
10	32.12	34.29	35.35

Elaborado por: Everaldo Ramírez, 2012

Tabla 2.16- Variación de la humedad en las muestras evaluadas

Se empleó una termobalanza KERN para la evaluación de la humedad.

A continuación se describen las curvas (figura 2.16) resultantes de los ensayos realizados:

Curva de Variación de la Humedad vs Tiempo

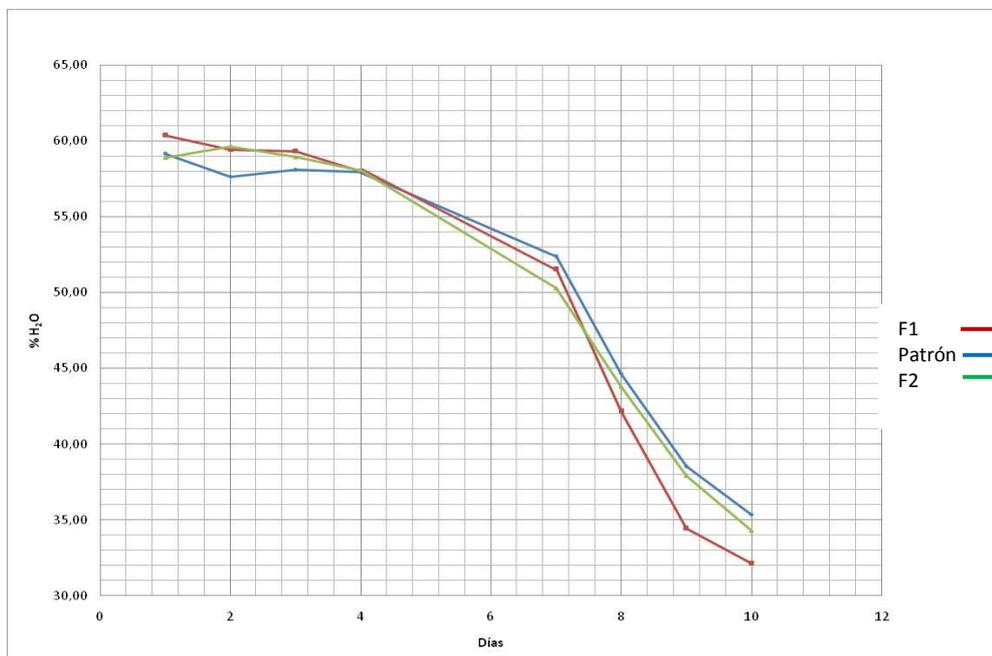


Figura 2.16- Curva de Variación de la Humedad vs. Tiempo

Como se puede observar los valores de humedad y sus cambios con el paso de los días se comportan con una tendencia similar para todas las fórmulas evaluadas y tiende a formar una curva característica para este proceso. Desde el día 1 hasta el día 4 se puede considerar el tiempo de vida útil óptimo para las 3 formulaciones. El día 7 es un punto crítico donde todas las muestras sufren una aceleración de pérdida de humedad y donde se pueden apreciar las mayores diferencias en el comportamiento entre las muestras y se puede visualizar como la muestra F1 (fórmula tradicional) se acelera en su pérdida de agua en relación a la muestra patrón y F2 que poseen variaciones más cercanas. Por lo que podemos concluir que la estabilidad en las tres formulaciones es de 7 días. Esto es un indicativo de la retrogradación de los almidones que ceden agua con el paso del tiempo, la cual se evapora, cambiando las propiedades fisicoquímicas y reológicas particulares en cada muestra. (20) (21)

CAPÍTULO 3

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

Como resultado del presente informe se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ✓ En el análisis de resultados de la encuesta realizada a los consumidores de pan molde blanco “La Fantasía”, se obtuvo que los atributos de calidad más importantes y decisivos para la compra, son en orden de importancia: Resistencia a la untabilidad, suavidad del pan y sensación de frescura.
- ✓ La encuesta arrojó como resultado que del total de clientes consultados, el 70% habían dejado de consumir el pan de molde “La Fantasía” y lo habían remplazado por otra marca. De esta cantidad el 80% estaban dispuestos a volverlo a probar si se mejoraba la calidad del mismo. Del total de desertores del pan “La Fantasía” el 87% alegaban su decisión por quejas de calidad en el producto.
- ✓ En la formulación tradicional del pan de molde blanco la fantasía, la masa madre aumentaba la tenacidad, lo que generaba problemas durante el formado y a su vez esto se reflejaba en características de

baja calidad en el producto final. Por lo que fue necesario prescindir de su uso y reemplazar por un prefermento que aportaba el desarrollo del sabor al producto final.

- ✓ El desconocimiento de las características reológicas que la harina de trigo constituía un factor desfavorable y determinante para el mantenimiento de la calidad funcional y sensorial del pan de molde blanco. La tenacidad excesiva de la masa transferida por la harina producía que todos los procesos mecanizados dañen la estructura de la masa y genere panes con defectos de calidad por ello fue necesario incluir enzimas proteasas y mezcla de hemicelulasas y pentosanasas en la formulación, para que ayuden a disminuir esta característica en la masa y obtener la calidad deseada en el producto final. Fue indispensable lograr una caracterización reológica de las harinas de trigo para desarrollar una fórmula balanceada y ajustar los procesos de producción para la obtención de las características de calidad deseadas.
- ✓ El envejecimiento acelerado detectado por los clientes encuestados se debía al empleo incorrecto de emulsificantes comerciales, que no lograban un correcto acomplejamiento de los almidones y retención del agua. Por lo que fue necesario el cambio de tipo de emulsificantes y el uso de gomas alimentarias, en conjunto con el empleo de enzimas hemicelulasas y pentosanasas para corregir este defecto.

- ✓ Al corregir el proceso de producción se logró obtener una disminución en los tiempos y esto permitió una mejora en los costos de producción alrededor del 43%.
- ✓ El análisis de la varianza de los resultados obtenidos de la evaluación sensorial hedónica permitió definir que existía evidencia de que la muestra B de la fórmula tradicional era significativamente diferente a la muestra A (patrón) y C (reformulado); y que el pan de molde blanco reformulado goza de la preferencia por los consumidores. Por lo tanto, el pan molde blanco reformulado es una buena alternativa para que la panadería “La Fantasía” inicie un trabajo de recuperación de clientes.

3.2 Recomendaciones

Las recomendaciones para del presente trabajo son:

- ✓ Continuar con la caracterización mensual de la harina de trigo por lo menos durante 1 año, para lograr una base de datos y en cada cambio de lote de trigo por parte de la industria molinera. Usar estos resultados para ajustar las formulaciones y/o procesos de acuerdo a la interpretación de los resultados obtenidos.
- ✓ Se recomienda al departamento de calidad de la empresa “La Fantasía”, incluir un certificado de pre aprobación de los nuevos lotes de harina de trigo, exigiendo que se envíe previamente el alveograma de la harina a comprar, para no encontrarse con novedades durante el corrido de los procesos de producción, previniendo pérdidas de recursos a la compañía. Para la selección de la harina de trigo a emplear en la fabricación de pan de molde blanco, se consideren los siguientes parámetros alveográficos $W = 280-380$ y un $P/L = 0,7$.
- ✓ Se recomienda la aplicación de la nueva fórmula y procesos obtenidos de esta investigación para obtener el pan con las características deseadas por los clientes.

- ✓ Se recomienda un mayor control de procesos, aplicando los formularios de reporte de producción por parte de los operarios, verificados por el supervisor de línea y la respectiva aprobación del jefe de producción, para asegurarse que se estén aplicando las correcciones en formulación y procesos.

Bibliografía

1. http://elosiodelosantos.com/calculadoras/tamayio_muestra.htm
2. Multon J. L., Aditivos y auxiliares de fabricación en industrias agro-alimentarias. Zaragoza, Editorial Acribia, 1988.
3. Grupo Molinero. Alveógrafo de Chopin. http://www.grupomoliner.com.ar/grupo_moliner_alveograma.htm
4. Seghezzo, M.L. Valores alveográficos de variedades de trigo de pan; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires (Argentina), Chacra Integrada Barrow.
5. Muller M G. Introducción a la Reología de los Alimentos. Editores Acribia. 1977. España.
6. Calaveras J. Nuevo tratado de panificación y bollería. Segunda edición 2004.
7. Benítez Guardia J. Panadería Digital S.L. España. (www.alimentariaonline.com).
8. Quaglia G. Ciencia y Tecnología de la Panificación. Editorial Acribia, 1999.
9. Humanes J P. Pastelería Y panadería. McGrawHill, 1994.
10. Tejeros F, Panadería y Bollería: Mecanización y Calidad, Montagud Editores S.A. 2008.

11. Mesas J.M., Alegre M. T. El pan y su proceso de elaboración. 2002.
12. Boqué R., Maroto A. El Análisis de la Varianza ANOVA. Grupo de Quimiometría y Cualimetría, Universitat Rovira i Virgili. 2008.
13. Morales P. Introducción al Análisis de Varianza: Universidad Pontificia Católica. 2002.
14. <http://www.granotec.com/ni.php>
15. Muehlenchemie. Enzimas – Las mejores amigas de las harinas
<http://www.muehlenchemie.de/downloads-expertenwissen/mc-enzyme-popper-esp.pdf>
16. Desrosier N. W., Elementos de tecnología de alimentos, Editorial CECSA, 1986.
17. Cheftel J.C., Cheftel H., Besancon P. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos. Volumen I. 1999.
18. Badui S. Química de los Alimentos. Alhambra Mexicana. 1993.

19. Braverman J.B.S. Introducción a la Bioquímica de los alimentos. 3° Edición
1980.

20. <http://www.respyn.uanl.mx/./CNA32.pdf>

21. <http://www.lallemandmexico.com/ped/LBU-01>

ALVEOLINK NG

ALVEO HC

CHOPIN

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

ANEXO 1

FECHA : 09/12/11
HORA : 16:33

REFERENCIA MUESTRA
NOMBRE DE FICHERO

: MUESTRA81211
: 12090000A111

PARAMETROS

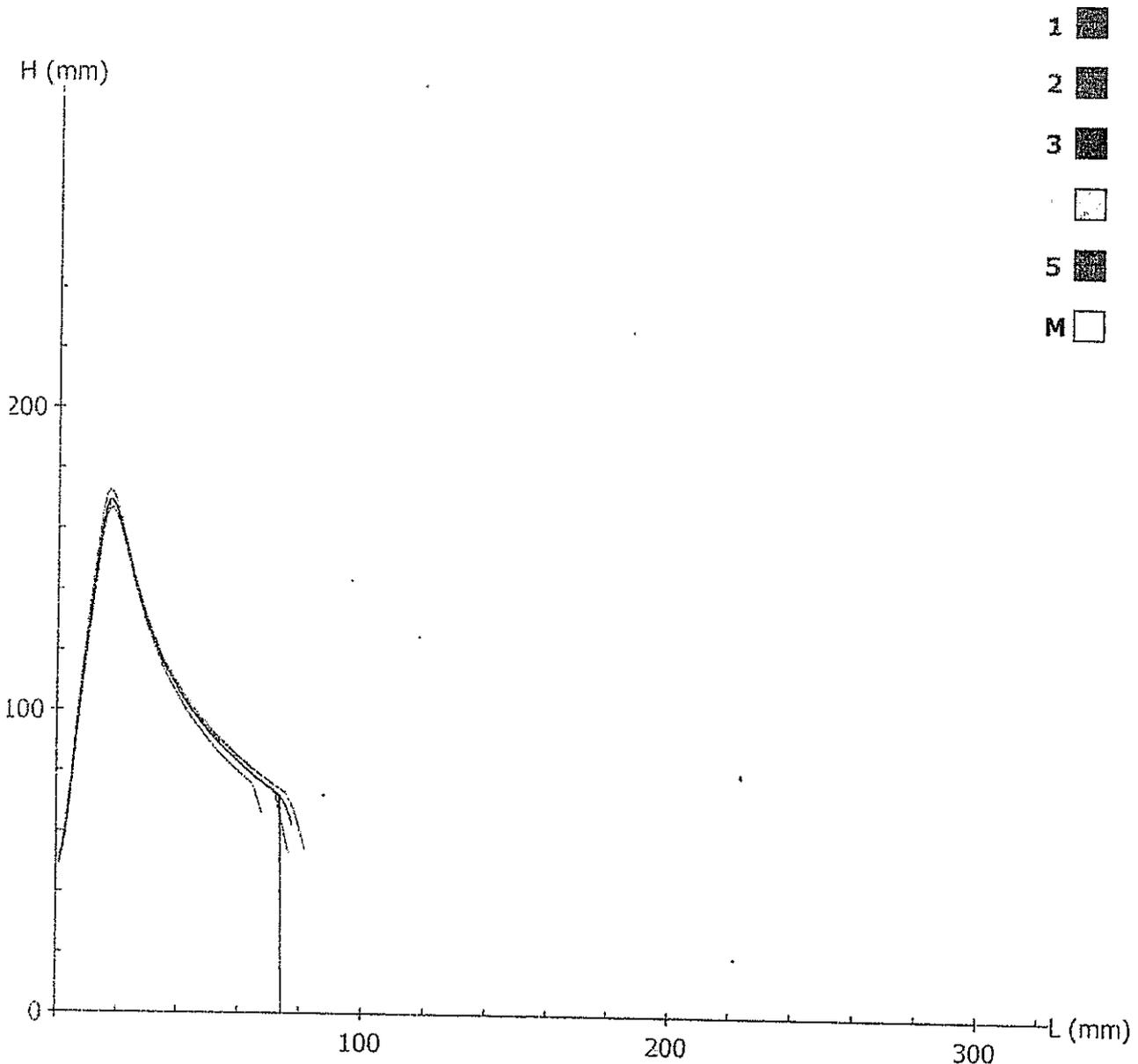
TEMP.LABO :	HIGRO.LABO. :
HARINA :	MOLINO :
HUMEDAD : 13,9 %	
PROTEINAS :	I.CAIDA :
A.D. :	ABSORCION :
ZELENY :	
CENIZAS :	EXTRAC. :
GLUTEN :	

RESULTADOS

P	= 186 mmH2O
L	= 72 mm
G	= 18,9
W	= 511 10E-4J
P/L	= 2,58
Ie	= 62,5 %
W (0)	= 0 10E-4J

COMENTARIOS

V:d2.8C

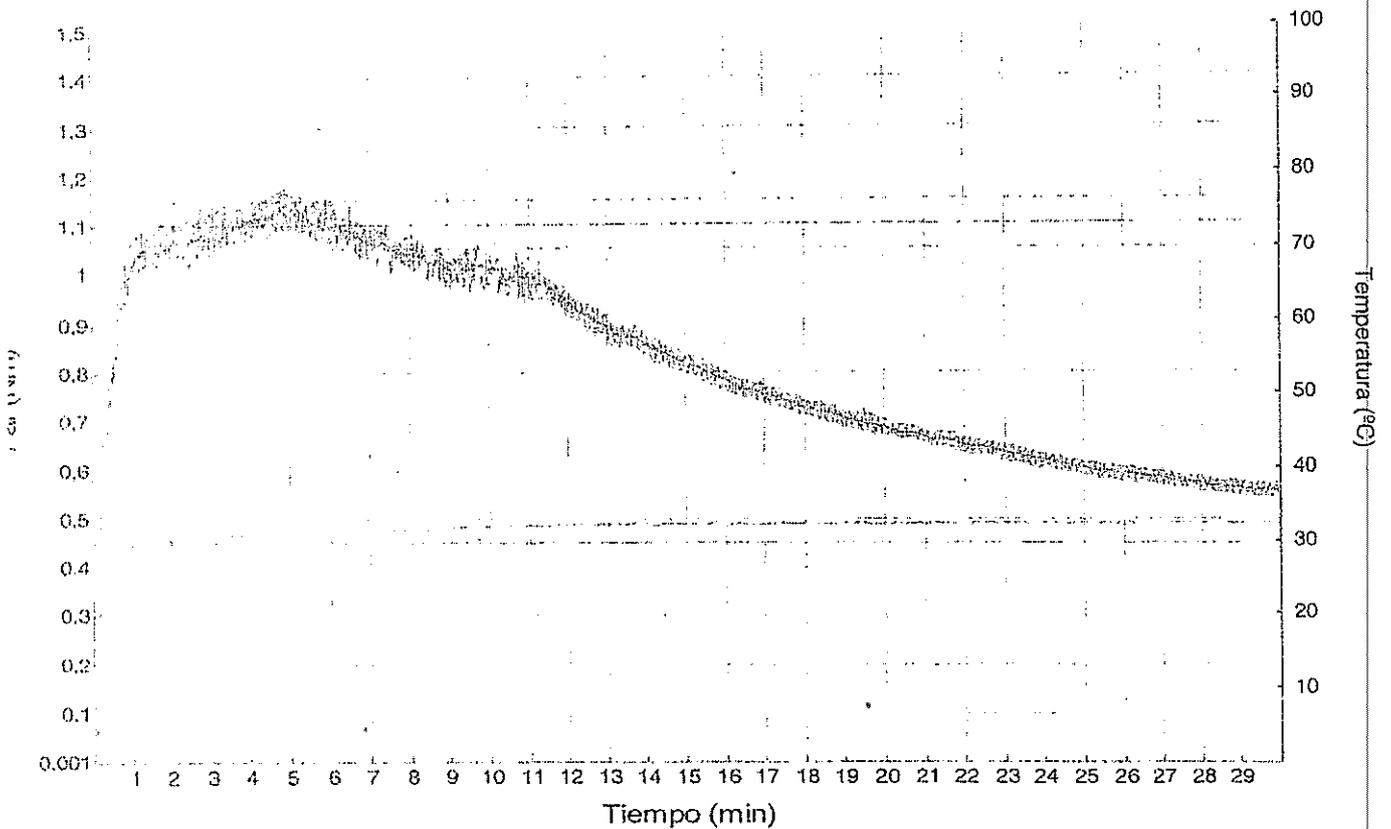


GRANOTEC ECUADOR
 TORRE INDUSTRIAL INMACONSA
 19,5 VIA A DAULE
 QUITO, ECUADOR
 Teléfono :593-4-3706080

GRANOTEC-MUESTRA 8-12-2011

Fecha : 09/12/2011 Hora : 11:22
 Muestra :
 Hidratación: 65,6 % base 14% (b14) Metódica : Chopin S
 Peso de la masa : 75,0 g
 Temperatura del depósito : 30,0 °C
 Contenido de 13,9 % Velocidad de amasado : 80 rpm

	Chopin S
Absorción	66,2 %
Tiempo de desarrollo	8,0 min
Estabilidad	15,5 min
Debilitamiento (Equ. UF)	26 UF
Debilitamiento (Nm)	0,06 Nm
Cinax	1,14 Nm



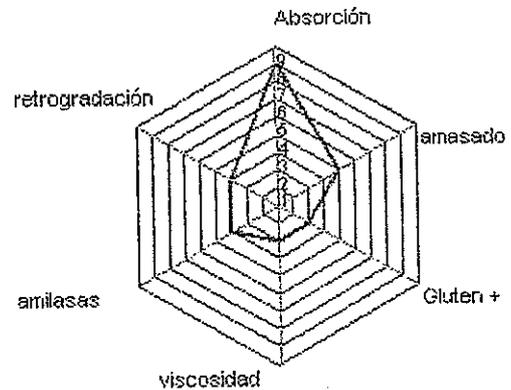
GRANOTEC ECUADOR
 PARQUE INDUSTRIAL INMACONSA
 KM 9.5 VIA A DAULE
 ECUADOR
 Teléfono :593-4-3706080

GRANOTEC-MUESTRA 08-12-11

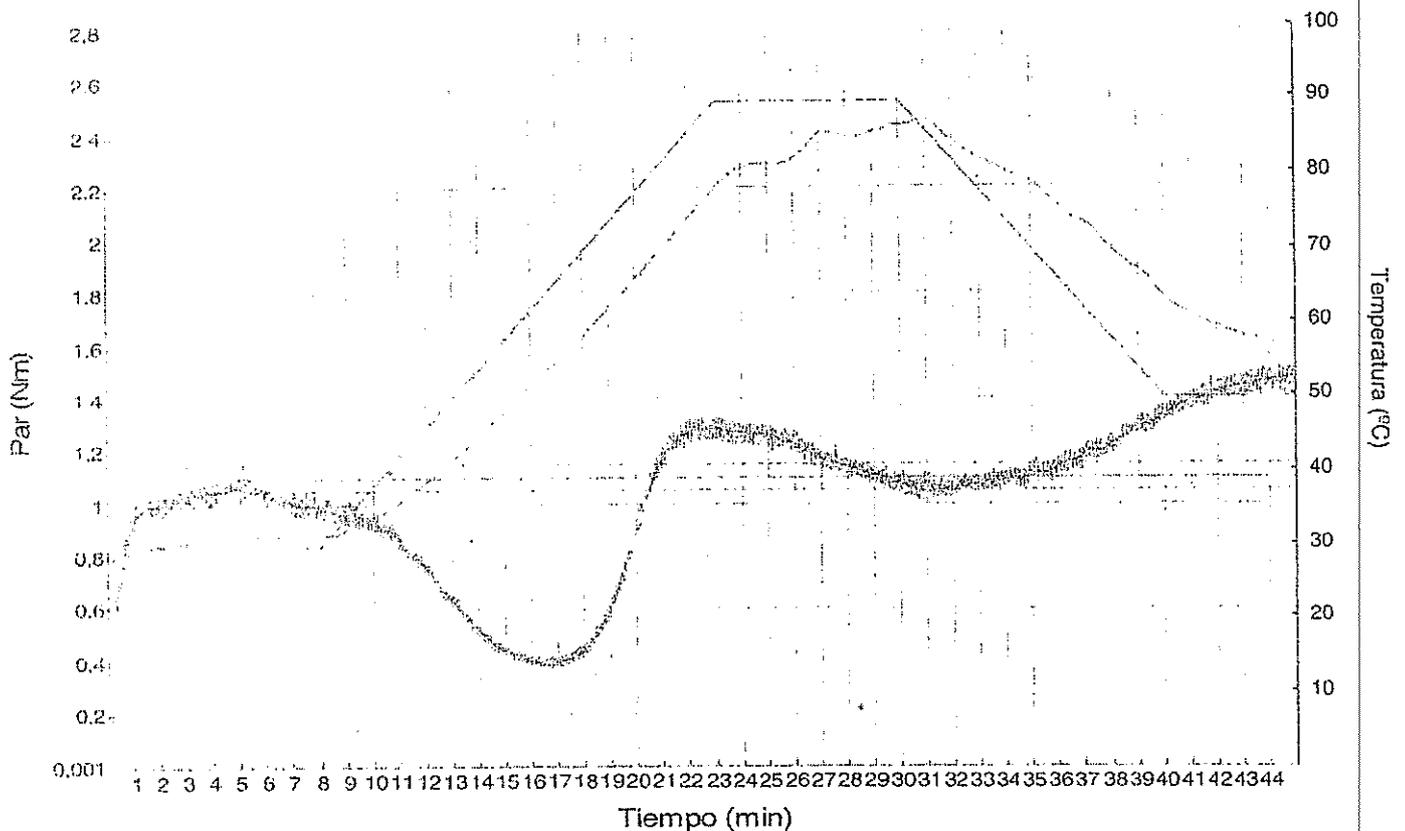
Fecha : 09/12/2011 Hora : 10:02
 Muestra :
 Hidratación: 65.6 % base 14% (b14)
 Contenido de 13,9 %
 Índice: 8-42-233
 Metodica : Chopin+
 Peso de la masa : 75,0 g
 Temperatura del depósito : 30,0 °C
 Velocidad de amasado : 80 rpm

α :	-0,030	Nm/min
β :	0,348	Nm/min
γ :	-0,030	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5,27	1,07	31,2	0,09	9,35
C2	16,63	0,39	53,8		
C3	23,15	1,29	79,0		
C4	31,28	1,04	87,1		
C5	45,05	1,48	56,7		



Perfil objetivo



ALVEOLINK NG

ANEXO 4 ALVEO HC

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 19/09/11
HORA : 08:59

REFERENCIA MUESTRA
NOMBRE DE FICHERO

: MUESTRA1
: 09190000A111

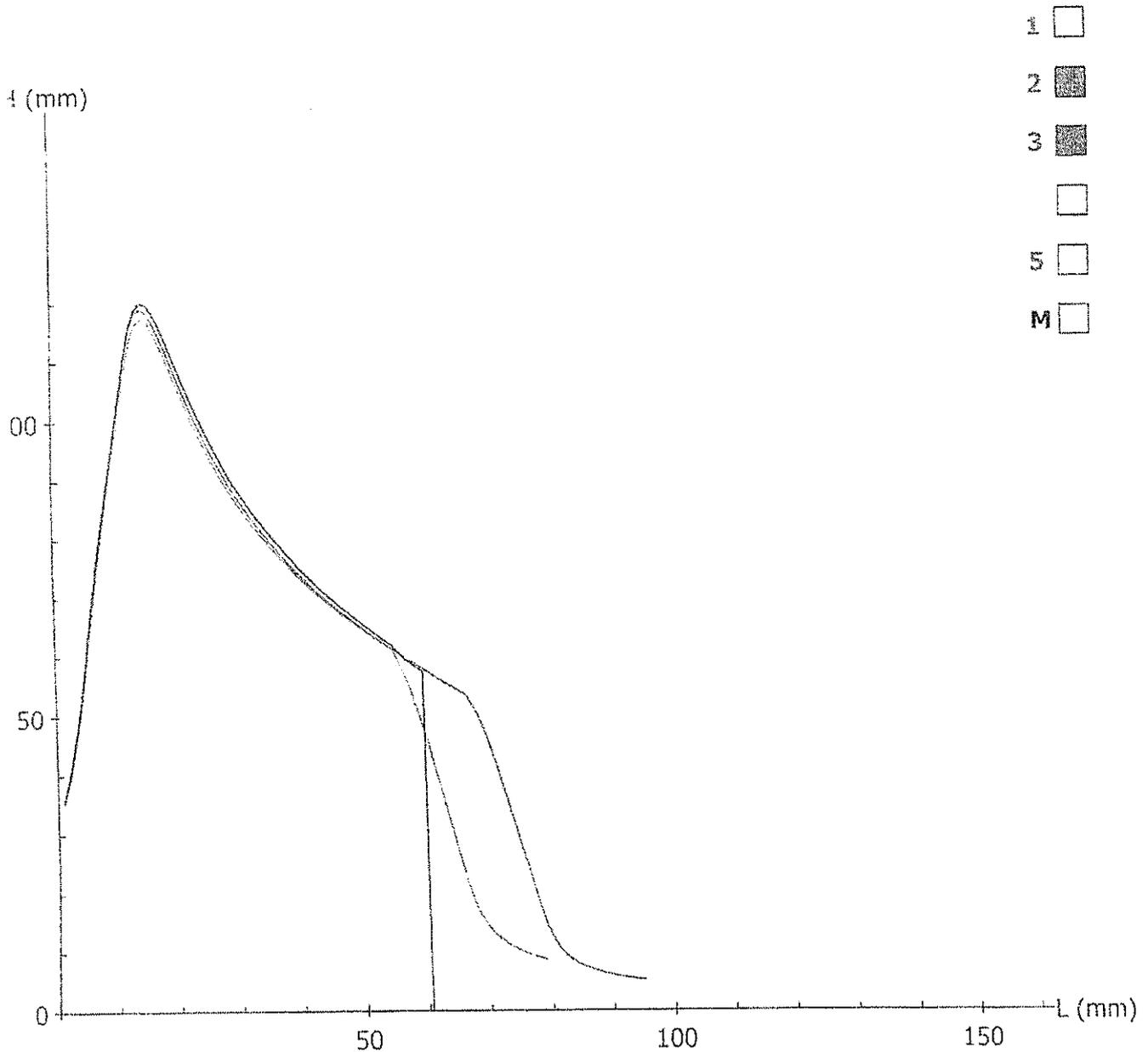
PARAMETROS

TEMP.LABO :	HIGRO.LABO. :
HARINA :	MOLINO :
HUMEDAD : 14,8 %	I.CAIDA :
PROTEINAS :	ABSORCION :
A.D. :	EXTRAC. :
ZELENY :	
CENIZAS :	
GLUTEN :	
COMENTARIOS	

RESULTADOS

P	= 132 mmH2O
L	= 59 mm
G	= 17,1
W	= 313 10E-4J
P/L	= 2,24
Ie	= 61,8 %
W (0)	= 0 10E-4J

V:d2.8C



NOTIC ECUADOR
 QUE INDUSTRIAL INMACONSA
 1.5 VIA A DAULF
 QUITO ECUADOR
 fono 593 4-3706080

GRANOTEC-MUESTRA 1

Fecha: 10/09/2011 Hora: 09:24

Muestra:

Mostración: 63.0 % base 14% (b14)

Contenido de: 14.8 %

Recepción: 8-34-254

Metodica: Chopin+

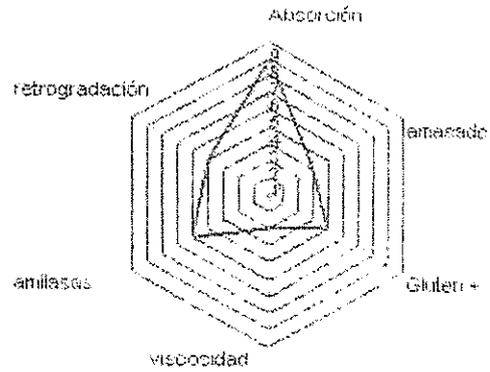
Peso de la masa: 75.0 g

Temperatura del depósito: 30.0 °C

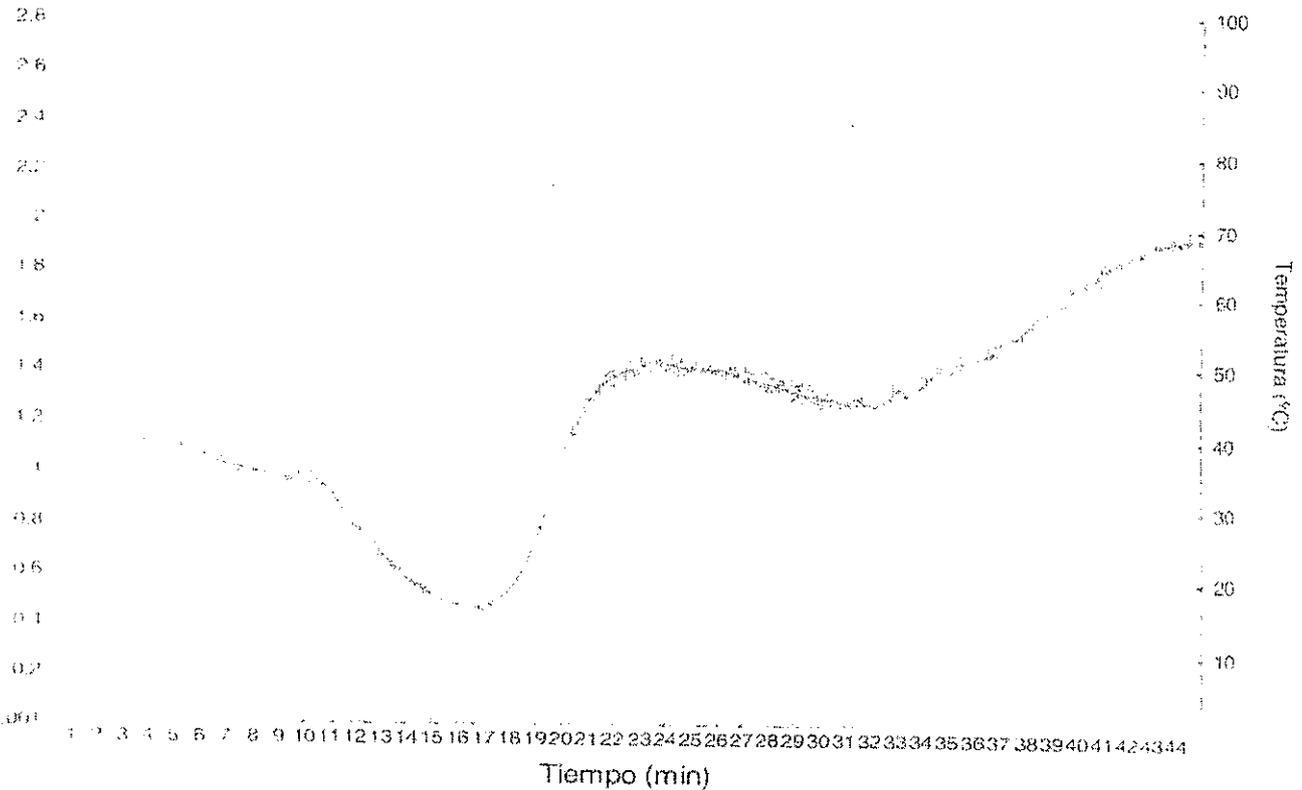
Velocidad de amasado: 80 rpm

α :	0.020	Nm ² /min
β :	0.322	Nm ² /min
γ :	0.030	Nm ² /min

Tempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
4.55	1.12	30.4	0.07	7.80
16.40	0.46	52.3		
23.68	1.44	78.0		
31.83	1.26	85.6		
48.03	1.95	55.3		



Perfil objetivo



ALVEOLINK NG

ANEXO 6 ALVEO HC

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 19/09/11
HORA : 09:44

REFERENCIA MUESTRA : MUESTRA2
NOMBRE DE FICHERO : 09190001A111

PARAMETROS

TEMP.LABO :
HARINA :
HUMEDAD : 14,6 %
PROTEINAS :
A.D. :
ZELENY :
CENIZAS :
GLUTEN :

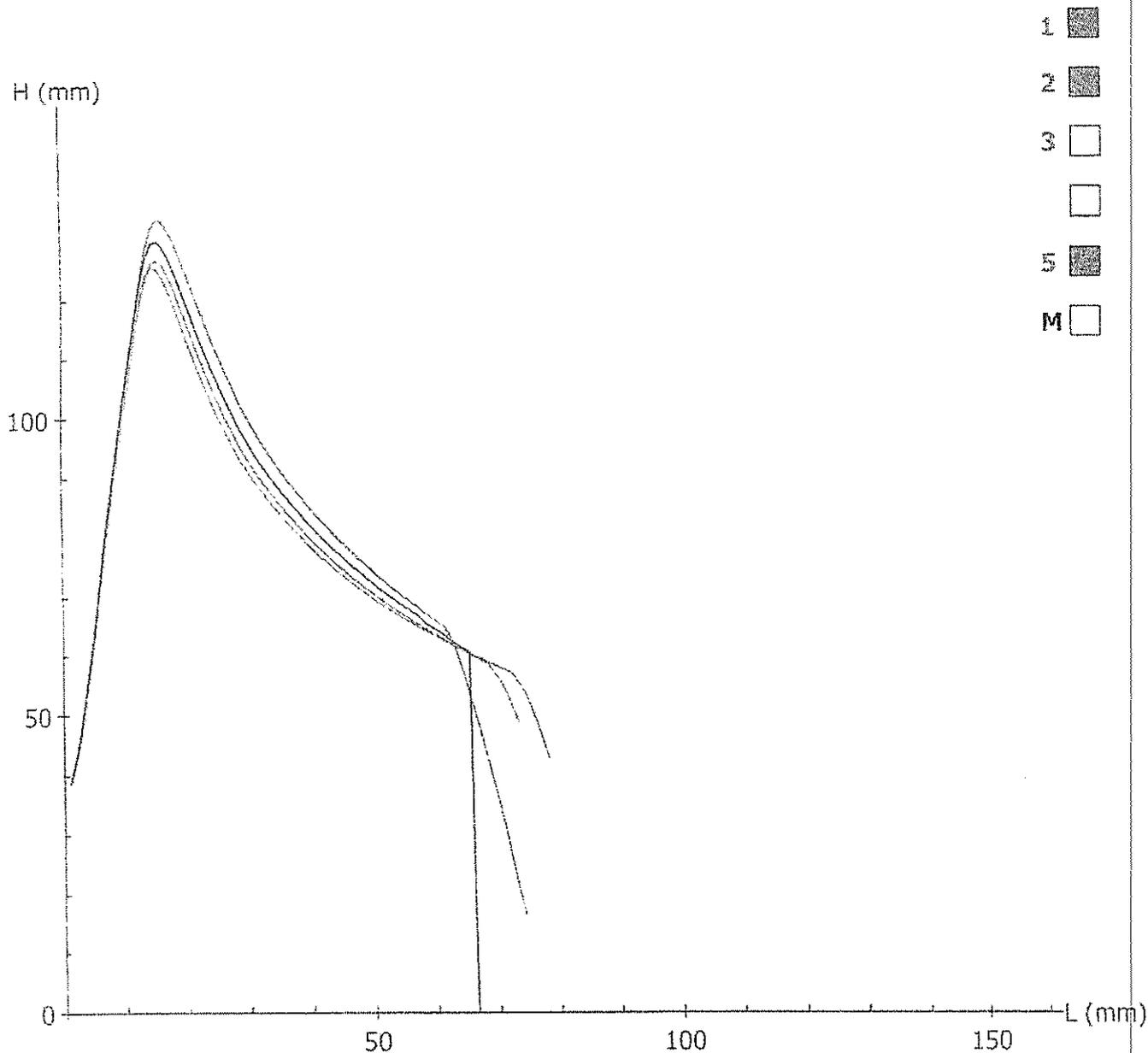
HIGRO.LABO. :
MOLINO :
I.CAIDA :
ABSORCION :
EXTRAC. :

RESULTADOS

P = 143 mmH2O
L = 65 mm
G = 17,9
W = 365 10E-4J
P/L = 2,2
Ie = 62,6 %
W (0) = 0 10E-4J

COMENTARIOS

V:d2.8C



GRANOTEC ECUADOR
 PARQUE INDUSTRIAL INMACONSA
 KM 9.5 VIA A DAULE
 ECUADOR
 Teléfono :593-4-3706080

GRANOTEC-MUESTRA 2

Fecha : 19/09/2011 Hora : 10:28

Muestra :

Hidratación: 63.0 % base 14% (b14)

Contenido de 14,6 %

Índice: 8-46-365

Metódica : Chopin+

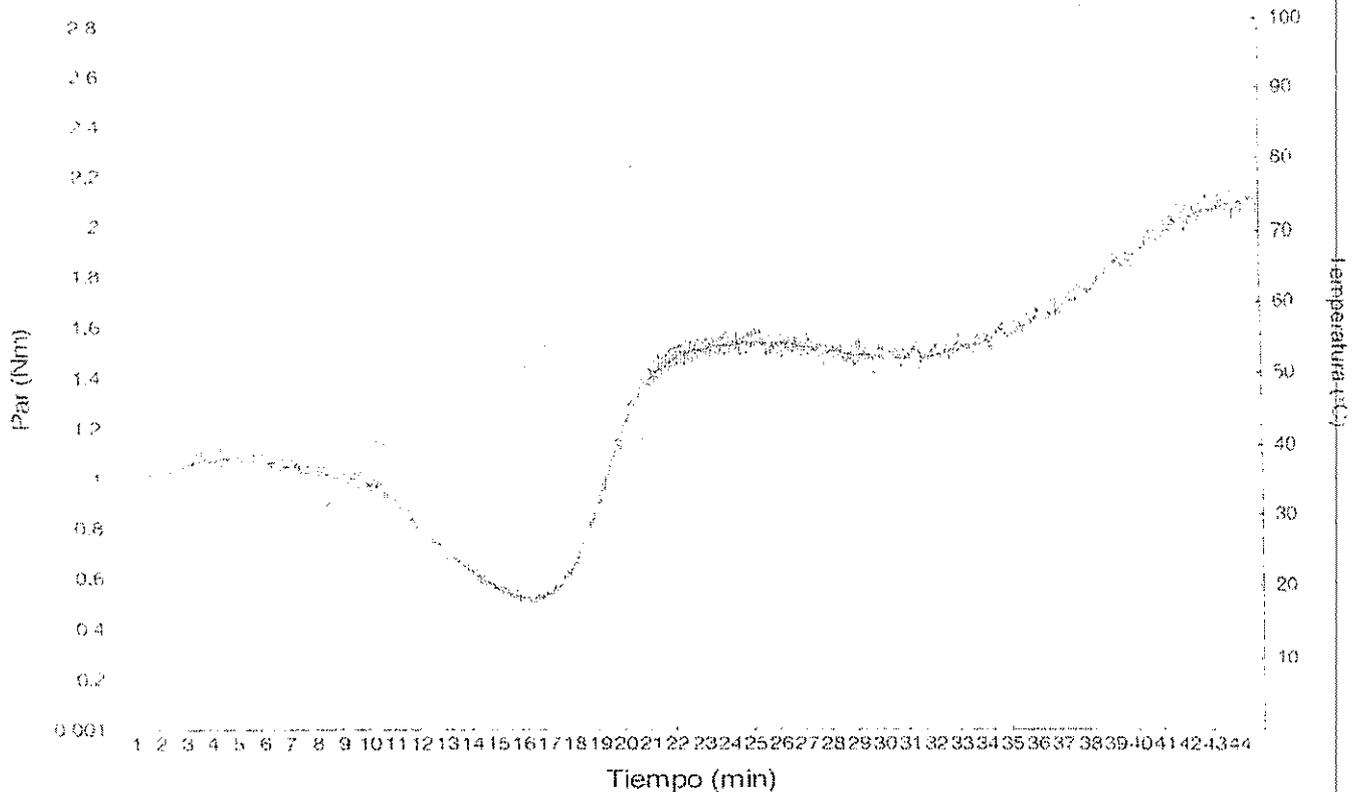
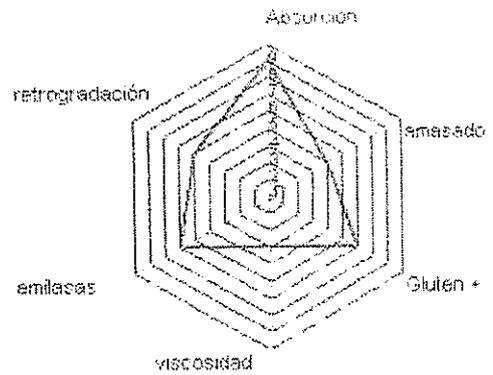
Peso de la masa : 75.0 g

Temperatura del depósito : 30.0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

α :	-0.092	Nm/min
β :	0.172	Nm/min
γ :	0.026	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	5.63	1.11	31.2	0.08	9.67
C2	16.37	0.52	51.9		
C3	25.02	1.54	79.8		
C4	30.32	1.46	85.4		
C5	45.05	2.10	57.7		



ANEXO 8

ALVEOLINK NG

ALVEO HC

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELIN BERTHELOT
71 DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

FECHA : 22/08/11
HORA : 15:30

REFERENCIA MUESTRA
NOMBRE DE FICHERO

M 1
082200004111

PARAMETROS

TEMP. LABO
HARINA
HUMEDAD : 13,7 %
PROTEINAS
A.D
ZELENY
CENIZAS
GLUTEN
COMENTARIOS

HIGRO.LABO.
MOLINO : IND HARINERA L
I.CAIDA
ABSORCION
EXTRAC.

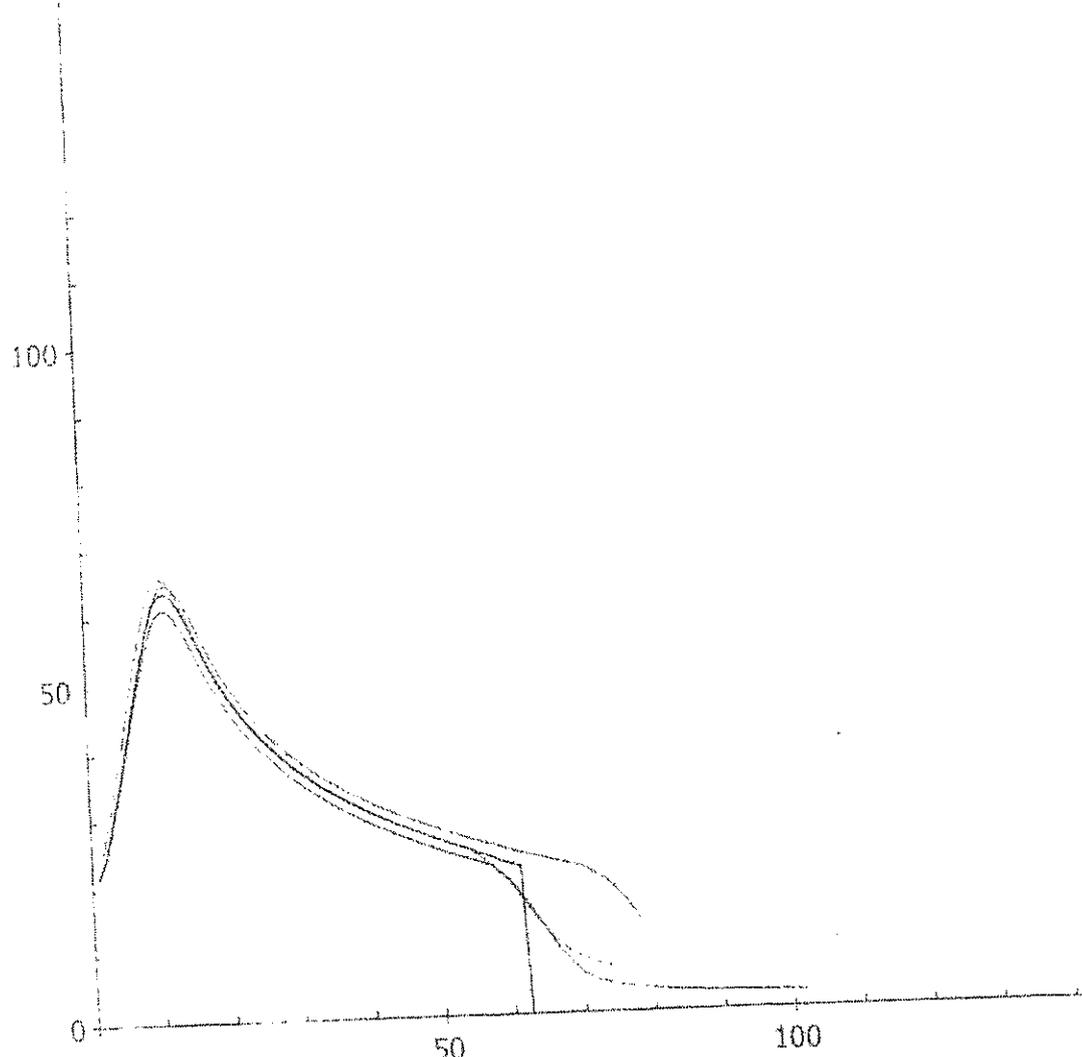
RESULTADOS

ρ = 70 mmH2O
L = 61 mm
G = 17,4
W = 148 10E-4J
P/L = 1,15
Ie = 47,4 %
W (0) = 0 10E-4J

v:d2 BC

- 1
- 2
- 3
-
- 5
- M

H (mm)



ANEXO 9

LAB

INSTITUTO ECUATORIANO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS
 ROQUE INDUSTRIAL INMACONSA
 195 VIA A DAJILE
 QUITO
 Teléfono: 593 4-3706080

INDUSTRIA HARINERA-M- 1

Fecha: 27/08/2011 Hora: 11:47

Muestra:

Mostración: 54,9 % base 14% (b14)

Contenido de: 13,7 %

Procedimiento: 2-42-688

Metódica: Chopin+

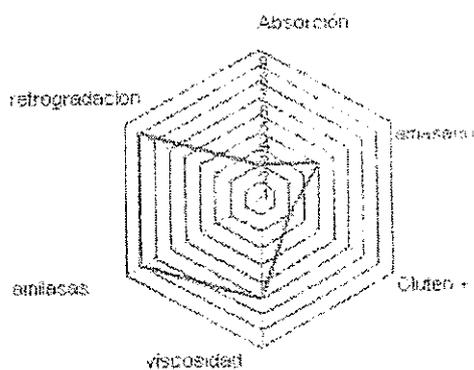
Peso de la masa: 75,0 g

Temperatura del depósito: 30,0 °C

Velocidad de amasado: 80 rpm

α:	0,094 Nm/min
β:	0,082 Nm/min
γ:	0,050 Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
1	10,4	1,08	30,5	0,07	7,55
2	17,18	0,35	56,6		
3	23,06	1,25	75,6		
4	30,00	1,97	85,3		
5	45,05	3,12	58,4		



Perfil objetivo

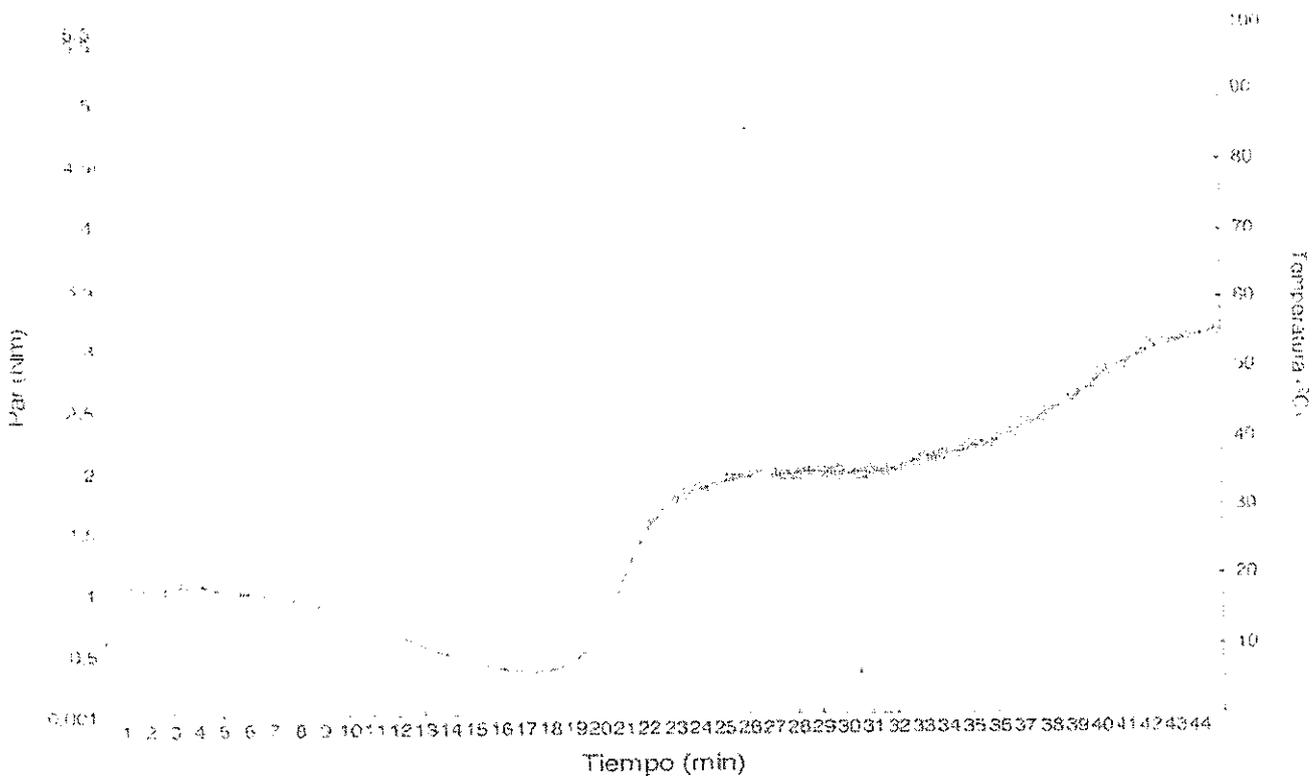


Tabla de puntuaciones de desgustación por tipo de muestra

MUESTRA PATRON									
Panelistas	Característica a evaluar	DIAS EVALUADOS							
		1	2	3	4	7	8	9	10
1	Suavidad	5	4	4	4	4	4	3	2
2	Suavidad	4	4	4	4	4	3	3	2
3	Suavidad	5	5	4	4	4	4	3	2
4	Suavidad	5	5	4	4	4	4	3	2
5	Suavidad	5	4	4	4	4	4	3	2
6	Suavidad	5	4	4	3	3	3	3	2
1	Sensación de frescura	5	5	5	5	4	3	2	1
2	Sensación de frescura	5	5	5	4	4	3	2	2
3	Sensación de frescura	5	5	4	4	4	3	2	2
4	Sensación de frescura	5	5	4	4	4	3	2	2
5	Sensación de frescura	5	4	4	4	4	3	2	2
6	Sensación de frescura	5	4	4	4	4	3	2	2
1	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	5	4	4	3	4
2	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	4	4	4	4	4
3	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	4	4	4	3	4
4	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	4	4	4	4	4
5	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	4	4	4	3	4
6	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	5	4	4	3	4

Tabla de puntuaciones de desgustación por tipo de muestra

EVALUACION DE PAN DE FORMULA TRADICIONAL									
Panelistas	Característica a evaluar	DIAS EVALUADOS							
		1	2	3	4	7	8	9	10
1	Suavidad	4	4	3	2	2	1	1	1
2	Suavidad	4	3	3	3	2	1	1	1
3	Suavidad	4	3	3	3	2	2	1	1
4	Suavidad	3	3	3	2	2	1	1	1
5	Suavidad	4	4	3	2	2	1	1	1
6	Suavidad	3	3	3	2	2	1	1	1
1	Sensación de fresca	4	4	2	2	1	1	1	1
2	Sensación de fresca	4	4	3	3	2	1	1	1
3	Sensación de fresca	3	3	3	2	1	1	1	1
4	Sensación de fresca	4	3	2	2	1	1	1	1
5	Sensación de fresca	4	4	3	2	1	1	1	1
6	Sensación de fresca	3	3	2	2	1	1	1	1
1	Resistencia a la untabilidad	4	3	2	1	1	2	2	2
2	Resistencia a la untabilidad	3	2	2	1	1	2	2	2
3	Resistencia a la untabilidad	3	3	2	1	1	1	1	1
4	Resistencia a la untabilidad	3	3	2	1	1	1	1	1
5	Resistencia a la untabilidad	4	3	3	2	1	2	2	2
6	Resistencia a la untabilidad	4	3	2	1	1	1	1	1

Tabla de puntuaciones de desgustación por tipo de muestra

EVALUACION DE PAN REFORMULADO									
Panelistas	Característica a evaluar	DIAS EVALUADOS							
		1	2	2	4	7	8	9	10
1	Suavidad	4	4	4	4	3	3	3	2
2	Suavidad	5	4	4	4	4	3	3	2
3	Suavidad	4	4	4	4	3	3	2	2
4	Suavidad	4	4	4	3	3	3	2	2
5	Suavidad	4	4	4	4	3	3	3	2
6	Suavidad	4	4	4	3	3	3	3	2
1	Sensación de frescura	5	5	4	4	3	3	2	1
2	Sensación de frescura	5	5	5	4	3	3	2	2
3	Sensación de frescura	5	5	5	4	3	3	2	2
4	Sensación de frescura	5	5	4	4	3	3	2	2
5	Sensación de frescura	5	4	4	4	3	3	3	2
6	Sensación de frescura	5	5	4	4	3	3	2	1
1	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	5	5	4	4	3
2	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	5	4	4	4	4
3	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	5	4	4	3	3
4	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	5	5	4	3	3
5	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	4	4	4	3	3
6	Resistencia a la untabilidad	5	5	5	5	5	4	3	3

Encuesta de Producto "Pan molde blanco rebanado La Fantasía"

Sector _____

1. ¿Ud. ha dejado de consumir o ha bajado el consumo de pan de molde la Fantasía.?

Si _____ No _____

Si su respuesta a la pregunta anterior ha sido SI, por favor continúe con las siguientes.

2. ¿Cual es el principal motivo de su decisión?

Precio _____ Problemas de entrega _____
 Calidad _____ Otros (especificar) _____

3. ¿Cuan importante son los atributos que considera en el momento de escoger el pan de molde. Enumere del 1 al 5 en orden de prioridad. (1=máxima, 5 mínima).?

Suavidad	
Vida útil	
Sabor	
Resistencia a la untabilidad	
Color	

4. ¿Estaría dispuesto a volver a probar el pan de molde "FANTASIA" si se corrigen los defectos y se ejecutan los cambios sugeridos por usted en esta encuesta:?

Si _____ No _____

