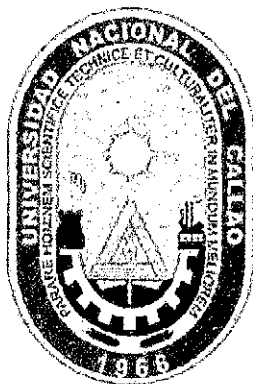


7/669/L31



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE ALIMENTOS**

**EVALUACIÓN DE LA GOMA DE TARA  
(*Caesalpinia spinosa*) COMO RETENEDOR DE  
HUMEDAD EN UNA PREMEZCLA PARA PAN  
DE MOLDE.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA DE ALIMENTOS**

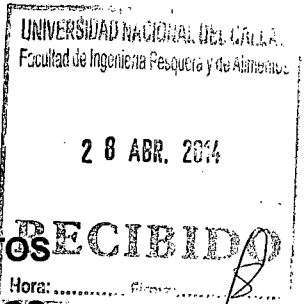
**HILMER MILAGROS LAYANGO GALLARDO**

**KARINA HILDA VALVERDE GONZALO**

**YLSE ANAY MAYAUTE DOMINGUEZ**

**Callao, Enero de 2014**

**PERÚ**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA DE ALIMENTOS**

**AL : Dr. DAVID VIVANCO PESANTES**

**Decano de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos.**

**DEL : JURADO EVALUADOR**

**ASUNTO : LEVANTAMIENTO DE LAS OBSERVACIONES EN LA TESIS TITULADA "EVALUACION DE LA GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*) COMO RETENEDOR DE HUMEDAD EN UNA PREMEZCLA PARA PAN DE MOLDE". Presentado por las bachilleres: LAYANGO GALLARDO, HILMER MILAGROS; MAYAUTE DOMINGUEZ, YLSE ANAY; VALVERDE GONZALO, KARINA HILDA.**

Nos dirigimos a usted en atención a los documentos de la referencia para comunicarle que los integrantes del jurado evaluador, reunidos el día 09 de abril del 2014 a horas 11:00 de la mañana. Para la sustentación de la Tesis: "EVALUACION DE LA GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*) COMO RETENEDOR DE HUMEDAD EN UNA PREMEZCLA PARA PAN DE MOLDE". Para optar el título de INGENIERO DE ALIMENTOS.

Damos por conforme al levantamiento de todas las observaciones hechas por el jurado evaluador en la TESIS : "EVALUACION DE LA GOMA DE TARA (*Caesalpinia spinosa*) COMO RETENEDOR DE HUMEDAD EN UNA PREMEZCLA PARA PAN DE MOLDE" , el mismo que queda apto. Lo que informamos a usted para que sirva continuar con el trámite respectivo.

Dra. Daniza Guerreo Alva

PRESIDENTE

Ing. Percy Ordoñez Huamán

SECRETARIO

Mg. Carmen León Chumbiauca

VOCAL

Bellavista, 25 de abril del 2014.

## **DEDICATORIA**

*A Dios por guiarnos cada minuto, a nuestros padres por su confianza y apoyo en estos años de estudio, a nuestros hermanos y familiares por creer en nuestras capacidades, a nuestros profesores, amigos y colegas de ésta prestigiosa universidad por los momentos inolvidables que hemos vivido y finalmente a todas las personas que se cruzaron en este camino y que nos dieron palabras de aliento y apoyo.*

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones del Centro Experimental Tecnológico de la Universidad Nacional del Callao y en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la misma Universidad, principalmente, además de otras instituciones como Molitalia S.A. y Granotec Perú S.A. El objetivo fue evaluar la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como retenedor de humedad en una premezcla para pan de molde. Se elaboraron prototipos considerando concentraciones de 0.3%, 0.5%, 0.7% y 1% de goma de tara.

Los resultados de las evaluaciones demostraron que las muestras de pan de molde con el 0.5% de goma de tara en la premezcla tuvieron una retención de humedad notablemente mayor respecto al resto de concentraciones. La formulación de la premezcla óptima fue de 88.7% de harina, 5.3% de azúcar, 1.8% de sal, 0.5% de mejorador, 0.3% de antimoho, 0.2% de SSL, 2.7% de LPD, 0.0001% de ácido ascórbico y 0.5% de goma de tara. Dicha premezcla reportó valores promedio de 13.857% de humedad, 0.085% de acidez expresado en % de ácido sulfúrico, 6.16 de pH y 2.647% de cenizas. Se obtuvieron buenos resultados consistográficos: 57% de WAC b15, 2264 mb de Prmax, 118s de TPmax, 294 s de Tol; y alveográficos: 93 mm de Tenacidad, 87 mm de extensibilidad, 315 x 10 E-4J de fuerza y una relación P/L de 1.07.

En la elaboración del pan de molde a partir de la premezcla con 0.5% de goma, la formulación final fue de 100% de premezcla, 53.6% de agua, 2.7% de manteca y 0.9% de levadura. Los panes de molde elaborados a partir de dicha premezcla mostraron un volumen promedio de 771.25 cm<sup>3</sup>, en el análisis fisicoquímico se reportaron valores promedio de 37.547% de humedad, 0.136% de acidez expresado en % de ácido sulfúrico, 5.7 de pH y 3.528% de cenizas. Los valores promedio de firmeza en el día 1, 7 y 14 fueron de 186.68 gf, 680.32 gf y 777.88 gf respectivamente, la variación promedio del % de humedad respecto al almacenamiento en los mismos días fue de 0.294, 1.337 y 3.441%. Respecto al análisis sensorial, en el primer día, los panelistas dieron un puntaje promedio de 4.4 en suavidad, 4.54 en humedad, 4.428 en esponjosidad, 3.657 en sabor y 3.8 en aspecto general; al séptimo día los puntajes promedio fueron: 3.771, en suavidad, 4.0 en humedad, 4.086 en esponjosidad, 3.6 en sabor y 3.57 en aspecto general.

Asimismo, consideramos que el presente trabajo servirá de base para futuras investigaciones a realizarse en el campo de la panificación con uso de gomas.

## ABSTRACT

This research was conducted in the premises of Experimental Technology Center of the National University of Callao and the Laboratory of the Faculty of Fisheries Food Engineering of the same University, mainly, and other institutions as Molitalia S.A. and Granotec Perú S.A.. The aim of this study was evaluate the tara gum (*Caesalpinia spinosa*) as a moisture retainer in premix bread. Prototypes of 0.3 %, 0.5 %, 0.7 % and 1% concentrations tara gum were prepared.

The evaluation results showed that the samples of bread with 0.5% tara gum in premix had a significantly higher moisture retention compared to other concentrations. The optimal formulation of the premix was 88.7% flour, 5.3% sugar, 1.8% salt, 0.5% builder and 0.3% mildew , 0.2% SSL, 2.7% of LPD ,0.0001 % ascorbic acid and 0.5 % tara gum . Said premix reported average values: 13.857% of moisture, 0.085 % of acidity expressed in % sulfuric acid, 6.16 of pH and 2.647% ash. Consistográficos good results were obtained: 57 % of WAC b15, 2264 mb of PRMAX, 118s of TPmax, Tol 294 s; and alveographic: 93 mm Tenacity, 87 mm extensibility, 315 x 10 E- 4J strength and P/L ratio of 1.07.

In preparing the bread from the premixed with 0.5 % of tara gum, the final formulation was 100% premix, 53.6% of water, 2.7% and 0.9% butter yeast . The loaves of breads made from this premix had an average volume of 771.25 cm<sup>3</sup>, in the average values of physicochemical analysis reported: 37.547% of moisture, 0.136% of acidity expressed in %sulfuric acid, pH 5.7 and 3.528% of ashes. The average strength values at day 1, 7 and 14 were 186.68 gf, 680.32 gf and 777.88 gf respectively, the average variation of % moisture on storage on the same days was 0.294, 1.337 and 3.441%. Regarding the sensory analysis, on the first day, the panelists gave an average score of 4.4 in softness, 4.54 in moisture, 4.428 in fluffiness, 3,657 in taste and 3.8 in general appearance; the seventh day mean scores were: 3,771 in softness, 4.0 in moisture, 4,086 in loft, 3.6 and 3.57 in flavor overall appearance.

We also believe that this work will provide the basis for future research in the field has made the use of gums with baking.

## INDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>INDICE DEL CONTENIDO</b> .....	<b>v</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>xi</b>
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>12</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	12
1.2. Formulación del Problema .....	13
1.3. Formulación de Hipótesis.....	13
1.4. Objetivos de la Investigación .....	15
1.5. Justificación de la Investigación.....	15
1.6. Limitaciones del estudio.....	17
1.7. Viabilidad del estudio .....	17
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO</b> .....	<b>18</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	18
2.2. Bases teóricas.....	23
2.3. Definiciones conceptuales .....	45
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b> .....	<b>60</b>
3.1. Diseño metodológico.....	60
3.2. Población y Muestra.....	62
3.3. Operacionalización de las variables.....	62
3.4. Técnicas de recolección de datos.....	81

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información.....	83
3.6. Aspectos éticos .....	83
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>84</b>
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN .....</b>	<b>122</b>
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES .....</b>	<b>142</b>
<b>CAPITULO VII: REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>150</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características fisicoquímicas del pan de molde .....	28
<b>Tabla 2.</b> Composición química de la harina de trigo .....	29
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de las Harinas de acuerdo a sus características alveográficas .	33
<b>Tabla 4.</b> Especificaciones de la goma de tara .....	41
<b>Tabla 5.</b> Incidencia del amasado en la calidad de las masas .....	51
<b>Tabla 6.</b> Fenómenos que ocurren en el interior de la masa durante la cocción.....	57
<b>Tabla 7.</b> Diseño de la Investigación.....	63
<b>Tabla 8.</b> Operacionalización de las Variables.....	65
<b>Tabla 9.</b> Análisis Fisicoquímico de la harina de trigo .....	86
<b>Tabla 10.</b> Análisis Granulométrico de la harina de trigo.....	86
<b>Tabla 11.</b> Análisis Fisicoquímico de la Goma de tara (Caesalpinia spinosa).....	87
<b>Tabla 12.</b> Análisis Fisicoquímico de Leche descremada en polvo.....	87
<b>Tabla 13.</b> Humedad de los insumos menores.....	88
<b>Tabla 14.</b> Análisis Reológico de la Harina de Trigo a distintas concentraciones de Goma de Tara.....	89
<b>Tabla 15.</b> Coeficientes de Variación para la Determinación del Tiempo Óptimo de Mezclado.....	91
<b>Tabla 16.</b> Análisis Fisicoquímico de las Premezclas para Pan de Molde.....	93
<b>Tabla 17.</b> Análisis Granulométrico de las Premezclas para Pan de Molde.....	94
<b>Tabla 18.</b> Análisis Microbiológico de las Premezclas Experimentales.....	96
<b>Tabla 19.</b> Medidas de los Panes de Molde elaborados a partir de las Premezclas Experimentales.....	98
<b>Tabla 20.</b> Densidad de los Panes de Molde Elaborados a partir de las Premezclas Experimentales.....	99
<b>Tabla 21.</b> Análisis Fisicoquímicos de los Panes de Molde elaborados con las Premezclas Experimentales.....	101
<b>Tabla 22.</b> Análisis Microbiológico de los Panes de Molde elaborados a partir de las Premezclas Experimentales.....	101



<b>Tabla 23.</b> Firmeza (g) de los Panes de Molde elaborados a partir de las Premezclas Experimentales.....	102
<b>Tabla 24.</b> Humedad Promedio de los panes de molde durante el Almacenamiento.....	106
<b>Tabla 25.</b> Variación del % de Humedad de los panes de molde durante el Almacenamiento.....	106
<b>Tabla 26.</b> Datos Promedio del Análisis Sensorial de los Panes elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día de Elaborados.....	110
<b>Tabla 27.</b> Datos Promedio del Análisis Sensorial de los Panes elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día de Elaborados.....	116

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Pantalla del consistógrafo.....	32
<b>Figura 2.</b> Estructura parcial de la goma de tara .....	40
<b>Figura 3.</b> Diagrama de Flujo de una Pre Mezcla para pan de molde .....	49
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo de elaboración de pan de molde .....	58
<b>Figura 5.</b> Diseño Experimental del Estudio .....	67
<b>Figura 6.</b> Flujo De Elaboración Experimental de las Premezclas para Pan De Molde.....	74
<b>Figura 7.</b> Flujo de Elaboración Experimental para Pan de Molde.....	80
<b>Figura 8.</b> Diagrama de Columnas para el Tiempo Óptimo de Mezclado en las Premezclas .....	92
<b>Figura 9.</b> Curva Granulométrica para la Premezcla control .....	93
<b>Figura 10.</b> Curva Granulométrica para la Premezcla con 0.3% de goma de tara .....	93
<b>Figura 11.</b> Curva Granulométrica para la Premezcla con 0.5% de goma de tara .....	94
<b>Figura 12.</b> Curva Granulométrica para la Premezcla con 0.7% de goma de tara .....	94
<b>Figura 13.</b> Curva Granulométrica para la Premezcla con 1% de goma de tara .....	95
<b>Figura 14.</b> Diagrama de Barras para la Firmeza de los Cinco Tratamientos en el Primer, Séptimo y Décimo Cuarto Día.....	104
<b>Figura 15.</b> Curva de $\Delta$ humedad vs días de almacenamiento para cada tratamiento.....	107
<b>Figura 16.</b> Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Suavidad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día.....	111
<b>Figura 17.</b> Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Esponjosidad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día...	112
<b>Figura 18.</b> Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de humedad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día.....	113

<b>Figura 19.</b> Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Sabor dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día.....	114
<b>Figura 20.</b> Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Aspecto General de los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día.....	115
<b>Figura 21.</b> Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Suavidad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día.....	117
<b>Figura 22.</b> Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Esponjosidad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día.....	118
<b>Figura 23.</b> Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de humedad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día.....	119
<b>Figura 24.</b> Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Sabor dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día.....	120
<b>Figura 25.</b> Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Aspecto General dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día.....	121

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Formulación de las Premezclas Experimentales .....	150
<b>Anexo 2.</b> Formulación de los Panes Experimentales.....	150
<b>Anexo 3.</b> Ficha Técnica de Harina de Trigo Molitalia.....	151
<b>Anexo 4.</b> Certificado de Análisis de la Goma de Tara .....	152
<b>Anexo 5.</b> Certificado de Análisis del Ácido ascórbico .....	153
<b>Anexo 6.</b> Gráficas del Consistograma y Alveograma para la harina con los cinco tratamientos.....	154
<b>Anexo 7.</b> Esquema de Localización de toma de muestras en una mezcladora .....	164
<b>Anexo 8.</b> Informe de Análisis Microbiológico de Salmonella en Premezclas Experimentales.....	165
<b>Anexo 9.</b> Test de Evaluación Sensorial.....	166
<b>Anexo 10.</b> NTP 206.004.1988. Pan de Molde: Pan blanco, pan integral y sus productos tostados.....	167
<b>Anexo 11.</b> Premezclas Experimentales.....	177
<b>Anexo 12.</b> Mezcladora de Volteo en forma de V utilizada en la preparación de las premezclas .....	178
<b>Anexo 13.</b> Pruebas de panificación.....	179
<b>Anexo 14.</b> Panes Experimentales .....	182
<b>Anexo 15.</b> Análisis Físicoquímicos de los Panes .....	183
<b>Anexo 16.</b> Pruebas microbiológicas de los panes .....	186
<b>Anexo 17.</b> Juego de Tamices Rotachoc.....	188
<b>Anexo 18.</b> Pruebas Reológicas de Alveoconsistograma .....	189
<b>Anexo 19.</b> Pruebas de Análisis Sensorial .....	192

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Ha sido generalizado el hecho de que en nuestro país, los panes varían su calidad debido: a la falta de una adecuada estandarización de los componentes de la formulación, por falta de uso adecuado de aditivos de panificación, por la calidad de los insumos utilizados, por las características reológicas de la masa y por las diferentes formas de preparación de los mismos, lo que implica cambios en el producto terminado, sobretodo en la textura final, contribuyendo así a la disminución de su aceptabilidad.

Uno de estos cambios desfavorables que se observan en los productos de panificación es el envejecimiento del pan, que involucra la pérdida de humedad definida como la migración del contenido de agua desde la miga hacia la corteza y desde el almidón hacia el gluten. Esto constituye uno de los mayores problemas en panes de molde debido a las características sensoriales que deben poseer y mantener.

Una forma de retardar la migración dándole mayor frescura y textura al producto final es el uso de gomas dentro de la formulación, siendo más usadas las gomas vegetales o hidrocoloides debido a que provienen de fuentes naturales, y a su rentabilidad comparada con otros retenedores de humedad como, por ejemplo, el almidón o la gelatina. Además, las gomas se usan a niveles debajo del 1%.

En panificación se viene usando la goma guar, la goma de algarrobo (LBG) y la goma xantana, sin embargo existen problemas referente a la solubilidad de éstas y a las viscosidades que forman, ya que son generalmente solubles sólo en agua fría o en agua caliente teniendo que usar cantidades mayores de gomas para lograr mejores resultados, lo que altera de forma negativa las propiedades reológicas de la masa. También, hace necesario el uso de varias gomas de forma sinérgica para obtener un buen resultado, lo que dificulta el proceso y aumenta el costo.

Es de conocimiento que la goma de tara posee propiedades funcionales que mejoran la textura de los alimentos. La goma de tara tiene la ventaja de ser estructuralmente similar a la goma guar y a la goma LBG, dispersándose e hidratándose casi completamente en agua fría y en agua caliente, brindando altas viscosidades a muy bajas concentraciones. Sin embargo aún no se han hecho investigaciones del efecto que podría tener esta goma en los productos de panificación.

Por lo mencionado anteriormente, el interés de las autoras se centró en la aplicación de la goma de tara, a un producto de consumo masivo y fácil preparación, que mantenga la calidad uniforme, como una forma de promover su uso en productos industriales tales como las pre mezclas en panificación.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Con que porcentaje de goma de tara en la premezcla nos permitirá elaborar un pan de molde con mayor retención de humedad?

## **1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

Con un porcentaje de 0.7% de goma de tara en la premezcla nos permitirá obtener un pan de molde con mayor retención de humedad.

## 1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la goma de tara como retenedor de humedad en una premezcla para pan de molde.

### 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar una premezcla control para pan de molde a nivel experimental, a partir de una formulación base.
- Elaborar premezclas para pan de molde a nivel experimental, con diferentes porcentajes de goma de tara (%) partiendo de la formulación base.
- Determinar el tiempo óptimo de mezclado (min.) para cada pre mezcla experimental
- Determinar las características fisicoquímicas de las premezclas elaboradas: humedad (%bh), acidez (% de ácido sulfúrico), pH, cenizas (%) y granulometría en micras
- Realizar análisis microbiológicos a las premezclas elaboradas: mohos (ufc/g), E. coli (NMP/g) y Salmonella (Ausencia/25g).
- Determinar las características reológicas de la harina de trigo empleada, y de la harina de trigo con los porcentajes de goma adicionados, medidas en parámetros alveográficos (P, L, W, P/L) y parámetros consistográficos (Prmax, TPrMax HYDHA, Tol, D250, D450, WAC).

- Elaborar panes de molde a partir de cada premezcla.
- Determinar las características fisicoquímicas de los panes de molde elaborados con cada premezcla: humedad (%), grado de acidez (expresado en ácido sulfúrico), cenizas (%), peso (g), volumen (ml), densidad (g/ml), y dimensiones (mm).
- Realizar análisis microbiológicos a los panes elaborados: aerobios mesófilos (ufc/g) y mohos (ufc/g).
- Medir el grado de firmeza de los panes de molde elaborados, expresados en unidades fuerza (gf)
- Determinar la velocidad de pérdida de humedad de los panes de molde elaborados en función al tiempo de almacenamiento, medido en humedad (%)/días.
- Evaluar sensorialmente la humedad de los panes de molde elaborados a partir de las premezclas usando una escala hedónica de 5 puntos.
- Determinar el porcentaje óptimo de goma de tara para la premezcla, comparando los resultados entre sí, a partir de los análisis anteriormente realizados.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

La tara es un cultivo oriundo de nuestro país cuyo derivado, la goma de tara, es utilizado como un espesante natural en muchos productos pero lamentablemente



aún no se ha extendido su uso a la industria de la panificación. Es por tal motivo que la investigación desarrollada (a nivel de laboratorio), pretende constituirse en una alternativa de aprovechamiento de la goma de tara, como aditivo en la elaboración de pre mezclas de pan de molde, para así obtener una pre mezcla óptima que brinde un producto final con características sensoriales de textura y frescura competitivas.

Además, el estudio que se emprende es importante por su relevancia social y su implicación práctica. Es conocido que el cultivo de tara tiene dificultades de adaptación en otros continentes lo cual ha motivado un creciente interés de los inversionistas europeos y asiáticos por el establecimiento comercial del cultivo en América del Sur principalmente en nuestro país, difundido esto, las comunidades productoras de tara se verán beneficiadas pues obtendrán mayores ingresos económicos y mejoras sociales al aumentar la demanda de la materia. Por otro lado, el uso de una premezcla le permitirá a la industria panificadora ahorrar tiempo de elaboración, evitar el proceso de selección y pesado de ingredientes, minimizando riesgos para el producto final, obteniendo así una masa más tolerable al proceso y un producto de máxima calidad.

Desde el punto de vista tecnológico, ésta goma encuentra aplicación en productos de panadería impartiendo suavidad, estabilidad a la masa y facilitando el corte; la goma de tara, cuando es agregada a diferentes tipos de masas durante el amasado, aumenta el rendimiento, da mayor elasticidad, y produce una textura más suave, vida de estante más larga y mejores propiedades de manejo.

Asimismo, el uso de goma de tara ofrece ventajas económicas. El precio de esta goma es de US\$. 4.00 por kilo, lo que hace que tenga una rentabilidad de 20-25% comparada con otros estabilizantes. A pesar de que el costo por kilogramo es alto

en comparación con otros retenedores de humedad (almidón, gelatina, CMC, etc.), el costo de uso real en el producto final es frecuentemente menor.

## **1.6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

La investigación se planteó para abarcar temas relacionados a la tecnología de elaboración de la pre mezcla de pan de molde, evaluando los efectos de la concentraciones de goma de tara en la humedad, características reológicas y textura del pan.

El desarrollo de la mayor parte del proyecto se llevó a cabo en el módulo de Panificación y el Laboratorio de análisis Químico del Centro Experimental Tecnológico. Para los ensayos reologicos y de textura se contó con los servicios de empresas privadas

## **1.7. VIABILIDAD DEL ESTUDIO**

El estudio resultó viable pues se dispuso del material experimental; goma de tara, que fue donada por la empresa Molinos Asociados S.A. para las investigaciones, también se contó con el apoyo del Centro Experimental Tecnológico de la Universidad Nacional .del Callao y el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos contando con los equipos y reactivos para el desarrollo de los ensayos de panificación, análisis físicos, químicos y microbiológicos. Para las pruebas de textura se contó con el apoyo de la Empresa Molitalia S.A. para el uso de sus equipos; para la realización de los ensayos reologicos y de granulometría se recurrió al servicio de laboratorio de la empresa Granotec S.A. cuyos costos fueron autofinanciados.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.**

**2.1.1. ASGHAR A., ANHUM M., y HUSSAIN S., (2005)** en EFFECT OF CARBOXY METHYL CELLULOSE AND GUM ARABIC ON THE STABILITY OF FROZEN DOUGH FOR BAKERY PRODUCTS; encontraron que la adición de gomas no contrarrestan completamente los efectos negativos de almacenamiento de masas congeladas. Sin embargo, la goma arábica y CMC mejoraron el volumen del pan, internos y externos y la apariencia de pan. La adición de diferentes niveles de las gomas (1%, 1.5%, 2%, 2.5% y 3% de goma arábica y CMC) aumentó significativamente el volumen del pan en comparación con el control cuando se evalúa a día 0 y después de cada 15 días hasta 8 semanas de almacenamiento congelado.

**2.1.2. ASGHAR A., ANHUM M., SADIQ M., y HUSSAIN S., (2006)** en SHELF LIFE AND STABILITY STUDY OF FROZEN DOUGH BREAD BY THE USE OF DIFFERENT HYDROPHILLIC GUMS; sometieron a congelamiento a  $-18^{\circ}\text{C}$  a masas de pan conteniendo diferentes niveles de gomas hidrofílicas y las almacenaron en congelación hasta 60 días. Dos tipos de gomas hidrofílicas en diferentes combinaciones fueron probadas: para el estudio del volumen específico del pan de masa congelada y para el estudio de vida útil mediante la medición de los niveles de humedad a las 3, 24, 48, 72 y 96 horas después del horneado de las masas. El volumen específico fue afectado significativamente por las gomas, mostrando la goma arábica mejor efecto

que el CMC. La adición de 3% de goma arábiga tuvo un efecto beneficioso en el volumen específico y el contenido de humedad de panes elaborados con masas congeladas.

**2.1.3. AZIZI M., RAO G., (2003) en EFFECT OF SURFACTANT GEL AND GUM COMBINATIONS ON DOUGH RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND QUALITY OF BREAD;** concluyeron que la adición de estearoil-2-lactilato de sodio (SSL), glicerol monoesterato (GMS) y glicerol monoesterato destilado (DGMS), disminuyeron la absorción de agua mientras que las gomas xantana, karaya, guar y algarrobo aumentaron la absorción. Ambos, geles surfactantes y las gomas mejoraron las propiedades extensográficas de la harina de trigo. En general, la resistencia a la extensión y aumento de la extensibilidad disminuyó con todas las combinaciones de los geles de surfactante y gomas. Las características alveográficas de la harina de trigo mejoraron con los geles surfactantes, mientras que las gomas influenciaron las propiedades viscoelásticas de manera diferente. Solo la goma xantana redujo el efecto de los geles surfactantes.

**2.1.4. CABELLO I., (2009) en MONOGRAFIA DE LA TARA *Caesalpinia spinosa*;** señaló que la goma de tara es utilizada en la industria alimentaria y farmacéutica como estabilizante, emulgente o espesante y aunque no contribuyen al aroma, sabor o poder nutritivo de los alimentos, si pueden incidir en su aceptabilidad mejorando su textura o consistencia.

**2.1.5. CALDERON G., VERA M., FARRERA R., ARANA R. Y MORA R., (2004) en RHEOLOGICAL CHANGES OF DOUGH AND BREAD QUALITY PREPARED FROM A SWEET DOUGH: EFFECT OF TEMPERATURE AND MIXING TIME;** concluyeron que el tiempo y temperatura de amasado afectan

las características extensográficas de la masa dependiendo de las condiciones de proceso y la temperatura no tiene efecto sobre las características del pan probablemente debido al proceso de fermentación. Además la firmeza del pan se incremento a medida que se incrementaba el tiempo de amasado, notándose esto después de los 25 minutos de amasado. Este comportamiento debió estar relacionado con el volumen del pan, pues cuando el volumen decrece la firmeza aumenta como resultado de mayor compactación de la miga con poros pequeños y menores espacios vacíos.

**2.1.6. DE LA O KELLER J.;** en EFECTO DE LA ADICIÓN DE HIDROCOLOIDES SOBRE LA CALIDAD Y EL ENVEJECIMIENTO DE PAN RECALENTADO EN HORNO DE MICROONDAS; evaluó el efecto del uso de hidrocoloides sobre la calidad y la migración de agua de pan recalentado con microondas. Se fabricaron panes adicionando hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC), goma arábica o pectina en polvo en concentraciones: 0.1%, 0.3% o 0.5% (p/p). Los resultados mostraron que el volumen específico aumentó por la adición de hidrocoloides respecto al control. El tiempo de almacenamiento aumentó la dureza y redujo el contenido de humedad. La adición de distintos hidrocoloides en diferentes concentraciones redujo la dureza. La humedad de los panes adicionados con HPMC o pectina en la corteza y en las migas fue similar a la del control. La humedad de la miga del pan con goma arábica fue menor que la del control, no así en la corteza. El uso de distintas concentraciones de los hidrocoloides causó diferencias en el contenido de humedad de los panes en todos los puntos de medición.

**2.1.7. MIRSAEEDGHAZI H., EMAM-DJOMEH Z., y MOUSAVI S. (2008)** en Rheometric Measurement of Dough Rheological Characteristics and Factors Affecting It; concluyeron que las propiedades reológicas de las masas tienen

un importante efecto en las características de los productos horneados, siendo relevantes parámetros como la adición de sal, temperatura, tiempo, adición de otros insumos, etc. es necesario tener un buen conocimiento acerca de estas propiedades y sus parámetros relacionados así como de los instrumentos y modelos que los miden para predecir la calidad del producto final.

**2.1.8. PLASCH G.;** en PRE MEZCLAS Y MEZCLAS COMPLETAS; afirma que la idea de elaboración de pre mezclas en un inicio surgió principalmente por una cuestión de la simplificación de la producción de panes. Reducir el complicado de pesaje de los distintos ingredientes, que a menudo es una fuente de error, sobre todo en pequeños componentes. Esto fue acompañado de un almacenamiento más fácil, porque era suficiente para mantener sólo un único producto en stock en lugar de una colección completa de ingredientes diferentes.

**2.1.9. ROSSEL C., ROJAS J., Y DE BARBER C., (2001)** en INFLUENCE OF HYDROCOLLOIDS ON DOUGH RHEOLOGY AND BREAD QUALITY; señalaron que la goma Xantana y alginatos hacen a la masa más fuerte, mientras que K-carragenina o hidroxipropilmetilcelulosa reduce la firmeza de la miga del pan, pero todos mejoran el volumen específico y dan una mayor suavidad a la miga que si no se usaran hidrocoloides.

**2.1.10. TAVAKOLIPOUR H., KALLBASI-ASHTARI A. (2006),** en INFLUENCE OF GUMS ON DOUGH PROPERTIES AND FLAT BREAD QUALITY OF TWO PERSIAN WHEAT VARIETIES; estudiaron el efecto por separado de dos hidrocoloides, carboximetilcelulosa (CMC) e hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) a 0.1, 0.3 y 0.5% en dos variedades persas de envejecimiento,

evaluaciones sensoriales en las harinas, las masas, y el pan elaborado respectivamente. Se concluyó que el efecto de HPMC fue más pronunciada de CMC. Las Propiedades anti-envejecimiento de HPMC fueron mejores que el CMC, especialmente para la harina de Sarday. La adición separada al 0.5% de CMC y HPMC en ambas harinas retrasó significativamente el proceso de envejecimiento de los panes resultantes en mas de 45% para Sorkheh y 42% para Sarday.

**2.1.11. VASQUEZ L.;** en EFECTO DE LA GOMA XANTANA EN MASAS DE TRIGO; estudió la incorporación de diferentes concentraciones de goma Xantana de 0.1 hasta 0.5% para determinar su efecto sobre las propiedades reológicas y de panificación. El autor concluyó que la adición de goma aumentó la absorción de agua, la estabilidad de las masas y la resistencia a la extensión. El pan adicionado con 0.4% de goma resultó con el mejor volumen y apariencia total en comparación con el control. El mismo porcentaje de goma aumentó la absorción de agua de 59 a 62%, la estabilidad de las masas de 11 a 14 min, la resistencia a la extensión de 600 a 670 UB y la extensibilidad de 14.5 a 18.1 mm. Los panes después de 5 días de almacenamiento mostraron buena textura, debido a que posiblemente la goma promueve la absorción de agua brindándole una mayor frescura y suavidad al pan.

**2.1.12. VILLAGOMEZ D., MARQUEZ J., PEDROSA R., y VERNON E.;** en EL EFECTO DE GOMA MEZQUITE, EN COMPARACIÓN CON OTROS HIDROCOLOIDES, SOBRE EL ENVEJECIMIENTO DEL PAN TIPO DANÉS; plantearon comparar el efecto de la goma de mezquite (GM) con la Carboximetilcelulosa de sodio (CMC) y la Hidroxipropilcelulosa (HPC) como retardadores de la retrogradación del almidón en el pan danés concluyendo que la GM fue más eficiente en el retardamiento del envejecimiento. La tasa

en incremento de dureza del pan fue menor para los tratamientos con GM sobresaliendo la concentración de 1%. Además la GM equilibró la relación tenacidad/ extensibilidad del gluten, a 0.6 en presencia de 1% de goma mezquite, todas las gomas disminuyeron la fuerza del gluten, aumentaron la suavidad y la humedad del producto final. CMC a 0.025% dio el mayor volumen para el pan (188.75 cc).

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. PREMEZCLAS EN PANIFICACIÓN.

Las premezclas o mixes son mezclas que contienen todos o parte de los ingredientes de una receta, con la excepción del líquido de hidratación, que se añade en el momento de su utilización. (CAUVAIN, S. Y YOUNG, L. 2002)

PLASH G. (2005) las define como un mezclado de harinas preparadas que contienen poca o ninguna base de harina, las cuales son usadas en la industria panificadora ya que ofrecen numerosos beneficios como una preparación del producto menos laborioso, simplificación del trabajo por el usuario, ya que los componentes individuales ya han sido pesado, reducción del tiempo de producción, mayor facilidad de almacenamiento y mantenimiento de stock, optimización de la relación de harina a otros ingredientes funcionales a fin de lograr un producto con alta calidad.

#### 2.2.1.1. CLASIFICACIÓN.

Las premezclas para panificación suelen clasificarse en tres grupos:

- a. **Mezcla completa:** Como su propio nombre indica, en este tipo de mezcla ya viene todo incluido y solo requiere que el usuario añada el agua, para posteriormente dar forma a la masa resultante y ser



cocinada directamente. Entre sus ventajas encontramos la conveniencia, la consistencia y el hecho de poder ser manipuladas por personal poco calificado

- b. Base de Masa:** En este tipo de mezcla, el usuario deberá añadir, además del agua otros ingredientes como aceite o manteca. Las ventajas son similares a las de las mezclas completas.
- c. Concentrado de Masa:** Con estos, el sector industrial puede combinar la conveniencia de una premezcla con la eficiencia en cuanto a costes de la compra de su propia harina. Los concentrados suelen contener prácticamente todo excepto la levadura y la mayor parte de la harina. El concentrado de masa está indicado especialmente para operaciones continuas, automatizadas y de alto rendimiento. (INDUSTRIA ALIMENTICIA, 2003)

Para Cauvain, S. y Young, L. (2002), los mixes pueden ser clasificados de diferentes maneras, como por ejemplo:

**a. Según su fórmula:**

- Mixes completos (todos los ingredientes)
- Mixes incompletos (sólo una parte de los ingredientes)

**b. Según las utilizaciones a que están destinados:**

- Domésticos
- Colectividades, restaurantes, hospitales, etc.
- Artesanales e industriales.

## **2.2.1.2. TECNOLOGÍA DE LA FABRICACIÓN DE LAS PRE MEZCLAS PANADERAS.**

### **2.2.1.2.1. PARÁMETROS FÍSICOS DE LOS INGREDIENTES.**

La técnica a emplear para realizar una buena mezcla, es función de diferentes parámetros ligados a los productos a mezclar:

- El estado físico: pastoso, líquido, polvo
- La consistencia de la masa en relación con su temperatura.
- La viscosidad del líquido, que varía igualmente con la temperatura.
- La granulometría del polvo: el tamaño y forma de las partículas
- La densidad aparente: las disparidades de granulometría, sobre todo las que se asocian a diferencias de densidad aparente, hacen difíciles las mezclas y favorecen la pérdida de homogeneidad,
- La forma de las partículas (productos fibrosos, planos),
- La tendencia al apelmazamiento (polvos grasos)
- La higroscopicidad (polvo de lactosuero)
- Los problemas de electricidad estática,
- El porcentaje de ingrediente en la fórmula: si es muy bajo y si el producto es en polvo, habrá que buscar una granulometría muy fina. Según las prestaciones de la mezcladora se elegirá entre la incorporación directa o la fabricación previa de una premezcla para aumentar el porcentaje a incorporar.

Si estos parámetros pudieran ser iguales en los ingredientes, el resultado sería una mezcla perfecta. Por tanto se debe tener en cuenta al momento del mezclado, tratando de que los ingredientes utilizados tengan similares parámetros físicos. (Grandvoinet P., Pratz B., 1992)

#### **2.2.1.2.2. TÉCNICAS DE MEZCLA.**

El mezclado se realiza de dos formas: en continuo y en discontinuo, la segunda es la más usada para mezclar polvos tales como las premezclas de panificación.

##### **a. En discontinuo.**

Hay tres fases: dosificación de los ingredientes, la mezcla, el envasado en sacos o el almacenamiento en silos si se sirve a granel. La mezcla se hace en una torre de fabricación. Las materias primas llegan a la cima de la torre donde son tamizadas y pesadas manual o automáticamente. En las instalaciones automatizadas, las materias primas provenientes de células de almacenamiento, son vertidas en una tolva pesadora por medio de tornillos de Arquímedes, comandados por un ordenador que tiene en memoria las diferentes fórmulas. Los ingredientes menores, por ejemplo los emulsionantes, el ácido ascórbico, etc., son pesados manual o automáticamente, en este caso se prepara previamente una premezcla en la que se agrupan varios aditivos diluyéndolos un poco, para permitir una dosificación acorde con la precisión de los aparatos de pesada. (Grandvoininet P., Pratz B., 1992)

#### **2.2.1.2.3. MEZCLADORAS DE VOLTEO.**

Este tipo de mezcladora trabaja volteando la masa de los sólidos en un tambor giratorio de forma variada (forma de Y, forma de V, etc.). La envoltura gira a velocidades de 32-100 rpm y su capacidad de producción es de 50-60% del total. Estas mezcladoras de volteo son

más adecuadas para la mezcla suave de polvos de características físicas similares. La segregación puede ser un problema, sobre todo si las partículas varían de tamaño y forma.

La mezcladora en cono en forma de V con eje horizontal, es una mezcladora de volteo perfecta para la mezcla de producto de panificación debido a su accionar, donde las partículas sólidas tienen agitación combinada dentro del equipo facilitando el homogenizado en un tiempo mínimo requerido. (Bustamante B., 1999)

### **2.2.2. PAN DE MOLDE.**

Según la NTP 206.004 el pan de molde blanco se define como "El producto obtenido por la cocción en moldes de una masa fermentada hecha básicamente con harina de trigo con un máximo de 82% de extracción, agua potable, sal, azúcar, levadura y manteca, pudiendo tener otros ingredientes y aditivos permitidos"

Para Acosta, S. (2001) el pan de molde se define como una de las variedades de pan, que se diferencia por su contenido de leche además es muy requerido en todo tipo de mercado, debido a su facilidad con que se elaboran con los diversos tipos de emparedados, tostadas, bocadillos, es fácil de transportar y de sabor agradable.

#### **2.2.2.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS**

El pan de molde blanco debe cumplir con las especificaciones anotadas en la tabla N°1 según lo descrito en la NTP 206.004

**TABLA N°1. Características Fisicoquímicas del Pan de molde**

ESPECIFICACIONES	MÁXIMO
<b>Humedad</b>	40% (base húmeda)
<b>Acidez</b>	0.5% (base seca) ácido sulfúrico
<b>Cenizas</b>	4.0% (base seca)

Fuente: NTP 206.004:1988 (Revisada el 2011) Pan de Molde: Pan blanco, pan integral y sus productos tostados.

### 2.2.2.2. SISTEMAS DE ELABORACIÓN.

La industria panadera trata de producir pan con los atributos deseados para un mercado determinado, con el método más eficiente posible. Existen tres sistemas generales de elaboración de pan que vienen determinados principalmente por el tipo de levadura utilizado y son los siguientes: método directo, método esponja masa, método mixto (Tejero, 1995)

#### 2.2.2.2.1. MÉTODO DIRECTO

Es el método frecuente a nivel industrial y se caracteriza por utilizar exclusivamente levadura comercial libremente durante el amasado. Es un proceso de una sola etapa en el cual todos los ingredientes se mezclan juntos en un solo lote. En este caso el mezclado es continuo hasta que la masa adquiere una apariencia suave y un carácter elástico óptimo. Después del mezclado, la masa se somete a fermentación durante la cual se "poncha". (Bustamante, B., 1999)

### 2.2.2.3. FUNCIONES DE LOS INSUMOS Y ADITIVOS.

#### 2.2.2.3.1. LA HARINA DE TRIGO.

Según la NTP 205.027 Harina de Trigo para Consumo Doméstico y Uso Industrial, la harina es el producto resultante de la molienda del grano limpio de trigo (*Triticum vulgare*, *Triticum durum*) con o sin separación parcial de la cáscara.

Para Cortes M. (2002), la harina de trigo es la materia prima por excelencia en todos los procesos de panificación, el conocer su composición y los efectos de cada una de estas materias, es de vital importancia durante la elaboración de los productos; por tal es básico, para el obrador y el profesional, dado que la elaboración dependerá de la correcta interrelación de los elementos constitutivos de la harina; además se requiere la atención especial en su almacenamiento y conservación. La composición de la harina destinada a la fabricación del pan es de:

**TABLA N°2. Composición Química de la Harina de Trigo**

COMPONENTES	PORCENTAJE
Almidón	70-75%
Agua	< 15%
Proteínas	8-12%
Azúcares simples	1-2%
Materias grasas	1.2-1.4%
Minerales	0.5-0.6%
Vitaminas B, E	Trazas

Fuente: Cortes M. (2002)

#### **2.2.2.3.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS.**

- a. Color.** La harina puede ser blanca o de un color crema suave. Una coloración ligeramente azulada es anormal y advierte el inicio de una alteración.
- b. Olor.** Una harina normal tiene un olor propio, ligero y agradable.
- c. Sabor.** Su gusto tiene que ser a cola fresca, las harinas alteradas poseen un gusto amargo, agrio y rancio.
- d. Granulometria.** El grado de finura de la harina varia según los molinos, tan solo la práctica permite al panadero discernir al tacto la granulación de la harina. Una prueba basada en tamizados sucesivos permite separar las partes más gruesas llamadas redondas, de las más finas denominadas planas; dichos resultados permiten establecer una curva de granulación. (Salazar M., 2011)

#### **2.2.2.3.1.2. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS.**

Cuando la harina se mezcla con el agua, se obtiene una masa que presenta características variables, que depende de las propiedades de la harina y los componentes de la fórmula usada para conseguir una masa.

Son las características visco-elásticas que las proteínas de gluten le confiere a la masa, de las cuales sus propiedades de amasado (tiempo óptimo de amasado, tolerancia al sobre-amasado y tasa

de debilitamiento de masa), y resistencia o fuerza y extensibilidad de la masa son las más importantes. (KOHLI, 2003)

Las propiedades plasto-elásticas de la harina repercuten sobre:

- La absorción de agua
- La manejabilidad
- La tolerancia de la masa
- Las propiedades del gluten
- Las propiedades fermentativas

#### a. **Consistograma**

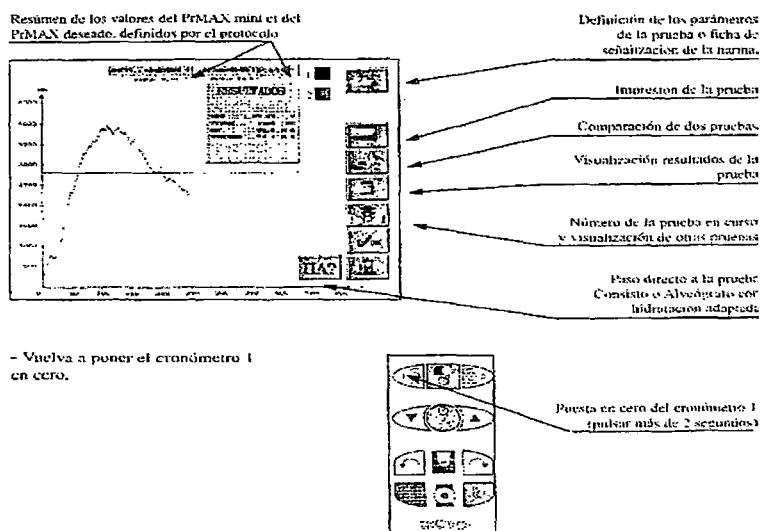
El principio de funcionamiento del Consistógrafo es ir midiendo la presión de una masa de harina de trigo, basada en el contenido de humedad de esta harina, sobre un sensor colocado en una de las paredes de la amasadora. El mezclador de doble brazo genera dicha presión al empujar la masa contra el sensor. Con una hidratación constante, se mide la presión máxima que va directamente ligada al potencial de absorción del agua por la harina y permite así determinar la hidratación adaptada, denominada **HYDHA**.

Se trabaja en 2 fases:

- **Consistógrafo con hidratación constante HC:** es para medir la presión máxima (PrMax) que está relacionada con la absorción de agua para llegar a la consistencia deseada.



**FIGURA N°1. Pantalla del Consistógrafo**



Fuente. Granotec, 2012

- **Consistógrafo con hidratación adaptada HA:** es para asegurar la consistencia deseada manteniendo este nivel de consistencia durante el tiempo que dure la prueba en la mezcladora del consistógrafo y estudiar el comportamiento de la masa durante el mezclado.

Los parámetros principales son:

- **Pr Máx**, parámetro principal porque está directamente ligada a la capacidad de absorción de agua en la harina
- **T Pr Max**, tiempo para llegar al Pr Max, relacionado con la facilidad de la harina para formar una masa y alcanzar la consistencia deseada.
- **Tol**, Tiempo durante el cual la presión es superior a Pr max.  
-20%, tolerancia
- **D250, D450**, Debilitamiento de la masa a 250 segundos y 450 segundos, capacidad de la masa para resistir el

mezclado a través del tiempo, resistencia de la masa al mezclado. (GRANOTEC, 2012)

#### b. Alveograma

El alveógrafo de Chopin mide la fuerza panadera de una masa a hidratación constante. Esta fuerza esta representada por el trabajo  $W$ , expresado en unidades  $10^{-4}$  Julios, necesario para la deformación de la bola de masa hasta su ruptura. Otros parámetros suministrados por la curva son: el valor  $P$  que expresa la tenacidad de la masa; los valores  $L$  y  $G$  son la expresión de la extensibilidad, y la relación  $P/L$ , representa la relación de equilibrio de la curva. (Dubois M., 1988)

La medida de  $W$ ,  $P$ ,  $L$ ,  $P/L$ , permiten definir las características de las harinas adecuadas para los diferentes usos (Ver Tabla N°3).

**TABLA N°3.** Clasificación de las Harinas de acuerdo a sus características alveográficas

HARINAS FLOJAS		
CARACTERÍSTICAS		USOS
$W =$	80-110	Para panificaciones
$P/L =$	0.2-0.3	muy rápidas y muy
$P =$	30-40	mecanizadas. Con
$L =$	60-75	una fermentación
Gluten seco =	7-9%	máxima de 90
Falling Number =	250-300 seg	minutos.
Índice de Maltosa =	1.6-1.8	

<b>HARINAS PANIFICABLES</b>		
<b>CARACTERISTICAS</b>		<b>USOS</b>
W =	110-180	Para procesos medios y largos de fermentación
P/L =	0.4-0.6	
P =	40-65	
L =	100-120	
Gluten seco =	8-11%	
Falling Number =	270-330 seg	
Índice de Maltosa =	1.8-2.2	

<b>HARINAS DE FUERZA</b>		
<b>CARACTERISTICAS</b>		<b>USOS</b>
W =	180-270	Para panes especiales
P/L =	0.5-0.7	Fermentación larga y proceso frío, de ollería y panadería
P =	50-90	
L =	110-120	
Gluten seco =	9-11.5%	
Falling Number =	320-350 seg	
Índice de Maltosa =	1.8-2.2	

Fuente. Cortés, M (2000)

#### **2.2.2.3.2.AGUA.**

Cumple con la función de disolver e hidratar la harina y demás componentes presentes, regula la temperatura final de la masa. Está relacionada con el término "Grado de Hidratación" que es la cantidad

de agua a añadir a una harina, para obtener una consistencia determinada de masa. (CALAVERAS, 2004)

#### **2.2.2.3.3.SAL.**

Regula la fermentación y resalta el sabor de los demás componentes da sabor al producto y ayuda a blanquear la miga del pan, es importante para la fijación del agua en el gluten, también aumenta el poder de absorción y mejora la tensión de humedad. (Bustamante B., 1999)

#### **2.2.2.3.4.LEVADURA.**

Su función es fermentar los azúcares convirtiéndolos en anhídrido carbónico y alcohol, además de generar otros productos secundarios responsables del sabor y color. (Bustamante B., 1999)

#### **2.2.2.3.5.AZÚCAR**

Sirve de alimento para las levaduras y da la coloración a la corteza, proporciona sabor cuando se utiliza en proporciones elevadas. (Bustamante B., 1999)

#### **2.2.2.3.6.GRASA.**

Sirve de lubricante de la masa para la expansión de las celdas dando como resultado la formación de una estructura de miga más fina, proporciona esponjosidad a la miga dando una textura mas suave y un mayor volumen. La grasa contribuye a la retención de humedad que prolonga la duración y da una corteza más tierna. (Acosta S., 2011)

### 2.2.2.3.7. ADITIVOS

Contribuyen a mejorar y conservar las características sensoriales del producto tales como: mejoradores de masa, colorantes, conservante, retenedores de humedad

- **Oxidantes.**

La función principal es regular la capacidad de retención de gas de la masa y modificar las características reológicas de la misma. Estas propiedades funcionales son consecuencia de la oxidación del gluten y repercuten en el proceso de producción y en la calidad del producto final. Otra funcionalidad es blanquear la miga del pan a través de la oxidación de los pigmentos presentes en la harina. (Boatella J., 2004). El principal agente oxidante en el pan es el ácido ascórbico (E300), el ácido ascórbico es un agente reductor que agregado a la harina durante el amasado y en presencia de oxígeno, es oxidado a ácido dehidroascórbico debido a la acción de la enzima ácido ascórbico oxidasa o a la acción catalítica de iones metálicos. (Adrian J., 1996)

- **Emulsionantes.**

Los emulgentes en panificación se utilizan como reforzantes de masa o como reblandecedores de miga. Los primeros tienen la capacidad de estabilizar interfases incrementando la capacidad de retención de gas mientras que los segundos intervienen en el envejecimiento del pan a través de la formación de complejos entre el emulsionante y el almidón. (Boatella J., 2004)

Los reforzantes de masa más representativos son el DATEM, SSL y la lecitina de soya.

El Estearoil lactilato de Sodio (E481) tiende a reducir la tensión superficial a medida que aumenta la concentración. (Sandoval H., 1987) Su función es lograr una mejor dispersión de las materias grasas, la formación de complejo con el almidón, retardando así el envejecimiento del producto, suavizante de miga y reforzador del gluten por acción de enlaces tipo iónico. (Tejero F., 1996).

- **Conservantes.** Se emplean para prevenir la proliferación de moho. Cuando el pan sale del horno se considera que es estéril, es la etapa de enfriamiento donde se contamina, si el pan se envasa las condiciones en el interior de la bolsa son muy favorables para que se desarrollen las típicas colonias de moho, la función del conservante es retrasar cuanto sea posible la formación de estos microorganismos.

Los más usados en panificación son ácidos orgánicos de cadena corta: acético, propiónico y sórbico. La efectividad de estos depende del grado de disociación del ácido por lo que es importante controlar el pH de la masa para conseguir la máxima funcionalidad del conservante. (Boatella J., 2004)

### 2.2.3. RETENEDOR DE HUMEDAD

Aditivo alimentario usado en panadería que retarda el envejecimiento del pan al reducir la evaporación del agua y la redistribución de la misma de la miga hacia la corteza. (CUBERO N., 2002)

Entre los mas usados tenemos a las gomas, enzimas y emulgentes.

#### **2.2.3.1. GOMAS.**

Las gomas o hidrocoloides son polisacáridos complejos de alto peso molecular. Están exentos de grasa, son solubles en agua y tienen la capacidad de formar geles bajo determinadas condiciones. Debido a su capacidad de absorber hasta 100 veces su peso en agua vienen utilizándose recientemente como retenedores de humedad para evitar el envejecimiento de los productos. Al formar geles de alta viscosidad contribuyen a estabilizar la estructura de la masa. Los hidrocoloides más utilizados en panificación son el agar agar, carraginos, alginatos, goma guar, goma xantana y goma garrofín. (BOATELLA J., 2004)

Estos polímeros producen un gran efecto sobre propiedades como la textura, liberación de aroma y apariencia, que contribuyen a la aceptabilidad del producto para su consumo. Entre las gomas usadas en la industria de la panificación tenemos el xantano que se agrega a los alimentos para controlar la reología del producto final. (TINOCO, J., 2008).

#### **2.2.3.2. GOMA DE TARA**

La Tara cuyo nombre científico es *Caesalpinia spinosa* es una planta forestal nativa de Huánuco (Perú). Crece bien en suelo suelto, en altitudes que van desde los 1900 a 2500 msnm. Es muy apreciada por sus diversos usos en: medicina popular, forraje de animales, mejora de los suelos, cerco vivo (llega a medir hasta 5 m de altura), leña, construcciones rurales y, además, es preferido por la industria para la

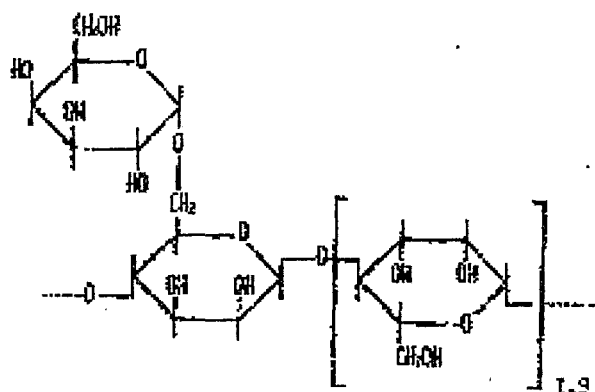
fabricación de tintes y taninos (curtiembre). (MOLINOS ASOCIADOS S.A.C, 2009)

La goma de tara es un polisacárido soluble en agua que se usa principalmente en la industria alimenticia, en jugos, helados, salsas, comida para mascotas, compost, etc., tiene forma de polvo blanco insípido y forma geles viscosos cuando se mezcla con agua. La Goma de Tara se deriva del endospermo molido de la semilla de Tara. Las semillas están contenidas en vainas de 8 a 10 cm de longitud y contienen cuatro a siete semillas de aproximadamente 6 a 7 mm en el diámetro. Aproximadamente 39.5 a 41% de la semilla son la cáscara, 25 a 27% representan el endospermo 25.5 a 27% el germen y 11% a 5% la humedad.

Los componentes monoméricos galactosa y manosa que conforman la goma se encuentran en una relación de 24,41:70,90 (Ver figura 2). La viscosidad intrínseca permitió determinar su peso molecular promedio en 351400. (CABELLO I., 2009)

La viscosidad de la solución que forma depende de la longitud de la cadena de galactomanano que contiene. La goma da lugar a soluciones acuosas con característica de fluido pseudoplástico con una viscosidad promedio de 4000 cp. La hidrólisis con ácidos fuertes puede llegar a reducir o abolir la viscosidad de la goma. (MOLINOS ASOCIADOS S.A.C, 2009).





**FIGURA N°2. Estructura parcial de la goma de tara**

Los hidrocoloides o gomas de la tara están clasificados dentro del Codex Alimentarius con el N° 417 del SIN (Sistema Internacional de Numeración). En Europa aparece como E417. Es utilizada en la industria alimentaria y farmacéutica como estabilizante, emulgente o espesante y aunque no contribuyen al aroma, sabor o poder nutritivo de los alimentos, si pueden incidir en su aceptabilidad mejorando su textura o consistencia.

Las gomas pueden ser obtenidas por vía seca (tratamiento térmico), o por vía húmeda.

En la obtención por tratamiento térmico las semillas son tostadas y sometidas a molienda y tamizado, durante el tamizado se separan la cáscara y el germen, quedando la goma en forma de hojuela. Finalmente estas hojuelas se muelen para obtener la goma en polvo, con un rendimiento de 34%. (SICCHA A., 1993)

En la obtención por vía húmeda las semillas son hidratadas previamente, reportándose varias condiciones para la obtención de las gomas:

(i) relación semilla: agua, 1:28, pH de la solución 5,5-6, tiempo de agitación 4 h, temperatura 80°C, rendimiento 34,5% de goma;

(ii) relación semilla: agua, 1:15, pH 6,4, tiempo 80 min., temperatura 80°C, rendimiento 82,5%;

(iii) relación semilla: agua, 1:40, pH 5,8, tiempo 4 h, temperatura 80°C, rendimiento 30-35%.

En algunos casos debe hacerse una decoloración de la goma obtenida, para ello se ha ensayado por tratamiento con arcilla activada o utilizando hipoclorito de sodio. (ROJAS H., 1991)

Las especificaciones de la goma de tara se presentan en la Tabla N°4

**TABLA N°4. ESPECIFICACIONES DE LA GOMA DE TARA**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Apariencia	Pólvo blanco
Olor	Inodoro
Humedad	Máximo 15%
Proteínas (N x 5.7)	Máximo 3.5%
Grasas	Máximo 0.75%
Cenizas	Máximo 1.5%
Insolubles en Acido	Máximo 2%
Almidones	No detectable
TAMAÑO DE PARTICULAS	
Malla 100	>80%
Solubilidad	Parcialmente soluble en agua fría, soluble en agua caliente
Viscosidad a 20°C	Solución al 1%, 25°C, 20 rpm, spindle #4: 5000-6800 cps
METALES PESADOS	
Plomo	Máximo 5ppm
Arsénico	Máximo 3ppm
Mercurio	Máximo 1ppm
Cadmio	Máximo 1ppm

ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS	
Conteo total	<5000 ufc/g
Hongos y Levaduras	<500 ufc/g
E.Coli y Coliformes	< 1 ufc/g
Salmonella	Negativo en 25 g

Fuente: Molinos Asociados S.A.C. (<http://www.molinosasociados.com/>), 2008

#### 2.2.4. TEXTURA DEL PAN DE MOLDE.

Depende de la riqueza de la fórmula usada en la preparación de la masa así como de sus ingredientes (SARCO, 2009).

El pan de molde blanco, es un tipo de pan que se caracteriza por tener una textura muy blanda. Suele conservarse mucho más tiempo tierno en comparación al resto de panes. La textura debe ser suave, firme y no debe ser desmoronable ni pegajosa, no debe ser seco. (NMX-F-159-1983)

#### 2.2.5. FRESCURA DEL PAN DE MOLDE.

El concepto de frescura del pan depende del tipo de producto considerado. En Inglaterra y Estados Unidos, la frescura de los panes de molde se aprecian por la flexibilidad y elasticidad de la corteza y de la miga. En todos los casos, se aprecia positivamente el mantenimiento de la humedad característica de la corteza y miga de cada producto. Sobre los parámetros de frescura, el tiempo actúa en su contra desde la salida del horno. La pérdida parcial de flexibilidad se asocia con el fenómeno de la retrogradación del almidón. Al retardarse este fenómeno que da rigidez a la miga, puede mantenerse su flexibilidad por más tiempo. (CUBERO N., 2002)

### **2.2.5.1. ENVEJECIMIENTO DEL PAN.**

Se refiere a los cambios indeseables que se presentan (además de la contaminación microbiana) entre el tiempo que pasa desde que el pan se elabora hasta que se consume, involucrando aspectos como la firmeza de la miga, cambios en la humedad, suavizamiento de la corteza y pérdida de sabor. (LALLEMAND BAKING UPDATE, 1996).

#### **2.2.5.1.1. ASPECTOS DEL ENVEJECIMIENTO**

##### **2.2.5.1.1.1. CAMBIOS EN LA HUMEDAD.**

Contribuyen al envejecimiento a través de la evaporación y la redistribución del agua. La evaporación puede causar una pérdida de peso de hasta el 10% en producto no envuelto y usualmente menos del 1% en producto envuelto. Incluso cuando el contenido de humedad no cambia en el pan envuelto, el pan sabe reseco ya que el agua ha migrado de la miga hacia la corteza, y del almidón hacia el gluten. (LALLEMAND BAKING UPDATE, 1996).

##### **2.2.5.1.1.2. FIRMEZA DE LA MIGA.**

Es causada por cambios en la estructura del Almidón. El almidón en la harina de trigo está formado de cadenas rectas y ramificadas que están contenidas en los gránulos. Durante el horneado los gránulos de almidón se hinchan y las cadenas lineales se difunden fuera del gránulo, luego cuando el pan se enfría las cadenas lineales se juntan para proveer fuerza y darle la forma al pan. Las cadenas ramificadas del almidón permanecen dentro del gránulo durante el horneado y se van juntando lentamente durante

el almacenamiento y hacen que la miga se vaya haciendo más firme con el tiempo. (LALLEMAND BAKING UPDATE, 1996).

Contrariamente, la suavidad de la miga es la fuerza necesaria para presionar la miga del pan. (SARCO, 2009)

#### **2.2.5.1.1.3. SUAVIZAMIENTO DE LA CORTEZA.**

En pan empacado es causado por un incremento en la humedad desde alrededor de 12 a 28 por ciento. Esto cambia la corteza fresca que es seca, crujiente y placentera a una corteza suave, ahulada y no placentera, característica de un pan viejo. (LALLEMAND BAKING UPDATE, 1996).

#### **2.2.5.1.1.4. PÉRDIDA DE SABOR Y CAMBIOS**

Ocurren ya que algunos componentes de sabor disminuyen más rápidos que otros. El sabor de un pan fresco es dulce, salado, y ligeramente ácido, pero con el tiempo lo dulce y salado disminuye quedando la acidez, comenzando a hacerse desagradable. El aroma del pan fresco es usualmente un sabor con notas de levadura y harina, pero con el tiempo se pierde el aroma de alcohol de la levadura se reduce el aroma harinoso y los aromas remanentes almidonosos se hacen desagradables. (LALLEMAND BAKING UPDATE, 1996).

### **2.2.6. ANÁLISIS SENSORIAL.**

#### **2.2.6.1. PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA.**

Estas pruebas se consideran pruebas del consumidor, ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados. Aunque a los

panelistas se les puede pedir que indiquen directamente su satisfacción, preferencia o aceptación de un producto, a menudo se emplean pruebas hedónicas para medir indirectamente el grado de preferencia o aceptabilidad.

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde "me gusta muchísimo", pasando por "no me gusta ni me disgusta", hasta "me disgusta muchísimo" (Watts B. et col., 1995)

Para Hernández, E. (2005), los casos en los que se aplica esta prueba son:

- Desarrollo de nuevos productos
- Medir el tiempo de vida útil de los productos
- Mejorar o igualar productos de la competencia
- Preferencia del consumidor

## **2.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES.**

### **2.2.1. OPERACIONES DE ELABORACIÓN DE LA PREMEZCLA.**

#### **2.2.1.1. RECEPCIÓN DE INSUMOS.**

Consiste en la recepción de los insumos de acuerdo a los parámetros establecidos de calidad. (PLASH G. 2005). La harina es la principal materia prima y no podrá tener contacto directo con el ambiente. Es importante realizar un análisis de calidad a la harina recepcionada los cuales deben incluir criterios técnicos como: Humedad, Alveograma,

Fuerza panadera (W), Tenacidad (T), Extensibilidad (L). (Grandvoignet P., Pratz B., 1992)

Se debe tener en consideración el grado de finura de las partículas, humedad, para ello se realiza análisis preliminares. (BUSTAMANTE B., 1999)

#### **2.2.1.2. PESADO.**

De acuerdo a la formulación se procede a pesar cuidadosamente cada insumo que se utilizará; esta operación debe realizarse con mucho cuidado y verificando la calibración de la balanza, ya que variaciones en el peso de cada componente podría ocasionar cambios en el producto final. (PLASH G., 2005)

#### **2.2.1.3. MEZCLADO.**

Esta operación es la parte fundamental en la fabricación de una premezcla. El mezclado de partículas sólidas son producidas por tres mecanismos básicos: convección, difusión y cizallamiento. Estos mecanismos interactúan uno o más a la vez según el diseño de la envoltura o tambor, a consecuencia del movimiento de las partículas puede resultar una segregación debido a las diferencias de las propiedades físicas existiendo un mecanismo de mezclado y desmezclado a la vez, dependiendo del grado de homogeneidad que tiene la mezcla predominará la primera sobre la segunda y cuando se alcance un equilibrio entre las dos habremos definido el estado final de la mezcla (tiempo óptimo), después de este tiempo no proporcionará mejores resultados en la mezcla.

El mezclado es donde se debe tener en consideración los ingredientes, el tiempo y el equipo adecuado para realizar una mezcla satisfactoria del producto.

En las premezclas de panificación donde se utiliza emulsificantes, grasa, se debe tener en cuenta el grado de apelmazamiento en la mezcla, originado por el movimiento de rotación y traslación que sufren las partículas, las cuales generan calor por rozamiento con las paredes del equipo, modificando así las propiedades físicas de grasas y emulsificantes convirtiéndolas en aspecto pastoso, formándose aglomeraciones con la harina de la mezcla, las cuales serán reducidas mediante un tamiz previamente seleccionado (BRENNAN J., 1980).

Por tal motivo es muy importante la selección del equipo prefiriéndose aquellos que existen el menor contacto con la mezcla tal como: la mezcladora cubica y la mezcladora cilíndrica en forma de "V", las más adecuadas para estos tipos de productos.

El tiempo de mezclado también es crucial para la obtención de una premezcla debido a que determina el grado de homogeneidad de la mezcla. Es evidente que un menor tiempo de mezcla conduce a la obtención de una mezcla sub mezclada, mientras el tiempo de mezclado sea más prolongado se obtendrán resultados de mezclas sobre mezcladas. El tiempo se determina por diferentes métodos, siendo uno de ellos el método del ion cloro. El tiempo promedio para obtener una buena mezcla oscila entre 10-15 minutos a nivel experimental. (BUSTAMANTE B., 1999).



#### **2.2.1.4. TAMIZADO.**

Consiste en una operación de separación de partículas sólidas de diferentes tamaños presentes en una mezcla heterogénea. Se realiza después del mezclado para dispersar las partículas aglomeradas a consecuencia de esta operación. Para esto se utilizará tamices industriales adecuados según la granulometría de la mezcla. (BUSTAMANTE B., 1999)

#### **2.2.1.5. ENVASADO Y SELLADO.**

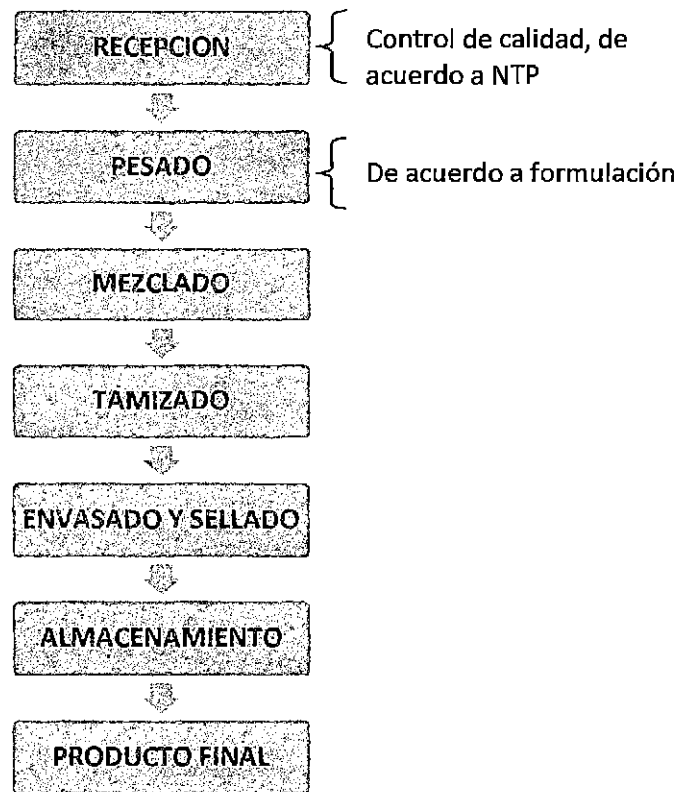
Se pesa según los requerimientos dados, se realiza de forma manual o automática de acuerdo a los requerimientos, las presentaciones varían según el tipo del producto. Los diferentes tipos de materiales de envasado que podrían usarse son: vidrio, aluminio, papel y plásticos. Lo ideal es que el material del envase ofrezca una excelente barrera contra la luz, la humedad, oxígeno, el olor y sabor. (BUSTAMANTE B., 1999)

#### **2.2.1.6. ALMACENAMIENTO.**

Se realiza a temperaturas menores de 30°C y humedad relativa menor a 80%, para evitar aglomeraciones en el producto por efecto del calor. (BUSTAMANTE B., 1999)

El flujograma de elaboración de una premezcla para pan de molde se resume en la figura N°3.

**FIGURA N°3. Diagrama de Flujo de una Pre Mezcla para Pan De Molde**



Fuente. Bustamante, B. (1999)

## 2.2.2. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PAN DE MOLDE.

### 2.2.2.1. RECEPCIÓN Y PESADO DE INSUMOS.

Los ingredientes que participarán en la elaboración del pan de molde deben ser de excelente calidad para evitar problemas en el producto (BUSTAMANTE B., 1999).

La materia prima se deposita ordenadamente en los anaqueles y se agrupan en función a sus características de uso, para evitar la contaminación con el medio ambiente.

Se pesan todos los insumos alimentarios para cada batch o lote de producción según la formulación establecida. (Hernández J., 2011)

#### **2.2.2.2. AMASADO.**

Su objetivo es lograr la mezcla íntima y homogénea de los distintos ingredientes (sólidos y líquidos) y conseguir, por medio del trabajo de la amasadora las características plásticas de la masa así como su perfecta oxigenación (MESAS J., 2002).

En el amasado, se produce la hidratación parcial de la harina y la formación del gluten con la acción de la energía proporcionada por la amasadora. Así se logra desarrollar adecuadamente la estructura del gluten, adquiriendo la masa el máximo grado de hidratación y plasticidad requerida para obtener un producto esponjoso. (BUSTAMANTE B, 1999)

En términos físico-químicos y si exceptuamos la mezcla de los productos, el amasado cumple dos funciones esenciales para la buena marcha de la panificación:

- La formación de un producto viscoelástico a partir del agua y harina.
- La incorporación en el seno de la masa de microburbujas de aire, cuyas paredes adquieren una cierta impermeabilidad al gas y que son los "gérmenes" de los futuros alveolos del pan.

Se observa además un inicio de liberación de azúcares fermentables, que permitirán la multiplicación y crecimiento ulteriores de las levaduras y, en ciertos casos, de las bacterias lácticas. (Feillet et. Col, 1992)

TABLA N°5. INCIDENCIA DEL AMASADO EN LA CALIDAD DE LAS MASAS

	AMASADO NORMAL	SOBREAMASADO	SUBAMASADO
<b>Fin del amasado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masa lisa, blanco crema.</li> <li>- Poco pegajosa, se despega de las paredes de la cuba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masa plana, húmeda y pegajosa.</li> <li>- Masa muy extensible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masa lisa, poco extensible.</li> <li>- Aspecto grosero, granuloso.</li> </ul>
<b>Pesado, boleado, formado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena maquinabilidad, fácil de trabajar.</li> <li>- Masa "viva" y flexible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masa pegajosa, hundida.</li> <li>- Dificultades en máquina: pegajosidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masa pringosa y corta.</li> <li>- En el formado el alargado es difícil.</li> </ul>
<b>Fermentación en pieza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los panes crecen con perfil redondeado, no se pegan y reaccionan bien al corte o la presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masa sin fuerza, la presión de los dedos dejan marcas, los panes pueden caerse en el ahornado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mala fuerza</li> <li>- Acortezado rápido al aire.</li> <li>- Los pastones se encogen y suben mal</li> </ul>
<b>Horno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspecto desarrollo normales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo débil.</li> <li>- La corteza tiene frecuentemente ampollas.</li> <li>- Los cortes no "grefían"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo débil.</li> <li>- La corteza es mate y espesa.</li> <li>- Panes planos y cortes desgarrados</li> </ul>

Fuente: Feillet et. Col, 1992

El amasado es una operación fundamental de la que depende el resultado final. Entre los defectos más corrientes se puede encontrar el sub amasado y el sobre amasado. (Ver Tabla N°4)

### 2.2.2.3. SOBADO.

El sobado es la segunda fase del amasado a una velocidad mayor de rpm con la finalidad de obtener el máximo grado de extensibilidad del gluten, para una mayor retención del anhídrido carbónico en el producto. (BUSTAMANTE B, 1999)

Esta fase se efectúa en segunda velocidad (alrededor de 80 rpm). En esta etapa prosigue la hidratación, la masa es amasada por el órgano amasador, el gluten es estirado y se afloja, la ligazón de los componentes se acentúa, la masa adquiere continuidad, elasticidad y flexibilidad. Gracias al braceado rápido del brazo mecánico, se incorpora aire en la masa. Progresivamente, la masa se despega de las paredes de la cuba de la amasadora, se hace lisa, seca y elástica. Son los indicios de que el sobado llega a su fin. (Feillet et. Col, 1992)

#### **2.2.2.4. DIVISIÓN / PESADO**

Su objetivo es dar a las piezas el peso justo, así la masa principal es dividida en partes iguales para obtener panes de igual peso (MESAS J., 2002).

La masa es depositada en una maquina divisora calibrada al peso deseado, de acuerdo con el molde empleado. El tiempo es de vital importancia en la maquina divisora. Las masas que se retienen por un tiempo prolongado antes de dividirse pueden sufrir un notable aumento de la temperatura antes de pesarse. La masa caliente tiende a desarrollar una profunda pegajosidad, exceso de gas, lo que puede resultar en una dificultad mayor para mantener un peso constante. (Hernández J., 2011)

#### **2.2.2.5. BOLEADO.**

El boleado es realmente una operación de preformado, en la que se prepara la pieza de masa dividida dándole homogeneidad, reorganización de la malla de gluten, algo de tenacidad, elasticidad y estabilidad y forma de bola según sea la forma final deseada. La masa debe tener un balance adecuado de propiedades viscoelásticas para conservar su forma

(BUSTAMANTE B., 1999). Con esta operación se forma una pieza de superficie tersa y relativamente seca para minimizar la difusión de gas y humedad

Las boleadoras de las plantas industriales son básicamente de tres tipos: forma de cono, de sombrilla y de cilindro. Con cada tipo, la pieza de masa adecuadamente espolvoreada con harina, se fuerza a rotar en forma continua a lo largo de un canal. (Hernández J., 2011)

#### **2.2.2.6. REPOSO.**

Corresponde a un periodo de descanso entre el boleado y el formado, asegura una recuperación de flexibilidad necesaria para una buena maquinabilidad de la masa para ser formada (CAUVAIN, S. Y YOUNG, L., 2002).

El reposo, asociado a un reinicio del leudado, devuelve la extensibilidad a la masa, da un mejor aspecto al pastón, cuya superficie se hace menos pegajosa y más lisa. El reposo se efectúa en cámaras de pre fermentación (Feillet et. Col, 1992)

#### **2.2.2.7. MOLDEADO.**

Su objetivo es dar la forma que corresponde a este tipo de pan, en este caso los moldes son rectangulares y previamente engrasados. (ALASINO M., et col., 2008).

Para lograr el moldeado se realizan cuatro operaciones diferentes que son: aplanar o laminar la masa, sacar gas a la masa, enrollar la masa previamente estirada dándole forma cilíndrica y finalmente aplicar presión

sobre la masa para darle forma larga y redondeada dejándola lista para colocarla en el molde. Esta etapa tiene efectos pronunciados sobre el grano y la textura del pan. Las celdas que se han formado en la masa a lo largo del proceso, se distribuyen uniformemente. (Hernández J., 2011)

#### **2.2.2.8. FERMENTACIÓN.**

Consiste básicamente en una fermentación alcohólica por parte de las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) que transforman los azúcares fermentables (glucosa) en etanol, CO<sub>2</sub> y algunos productos secundarios. Durante la fermentación se inicia la formación de la textura final de la miga de pan (MESAS J., 2002).

La producción de CO<sub>2</sub> comienza lentamente y después se acelera debido a la multiplicación de la levadura. Esta formación gradual del gas resulta deseable, pues un aumento más rápido del volumen de la masa ocasionaría su ruptura. La retención del gas es una propiedad de la proteína de la harina: el gluten, a la vez que debe ser suficientemente extensible para permitir que “suba” la pieza; deberá ser también lo suficientemente fuerte para evitar que el gas se escape con facilidad, lo cual llevaría a que la pieza se colapsara. El gas producido queda retenido en el interior de la masa por la red glutínica formada en la etapa del sobado. La interacción de la grasa añadida con los componentes de la harina, logra también un poderoso efecto sobre la retención del gas. (Hernández J., 2011)

Paralelamente se genera una producción de ácidos, alcohol, ésteres, etc., responsables del aroma y sabor en el producto, por lo tanto el pH y la acidez de la masa cambia originando variaciones en la reología, debido a

que causa un aumento de la resistencia elástica y una disminución de la extensibilidad del gluten (ADRIAN, 1996)

#### **2.2.2.9. HORNEADO.**

Su objetivo es la transformación de la masa fermentada en pan, lo que conlleva: la evaporación de todo el etanol producido en la fermentación, la evaporación de parte del agua contenida en el pan, la coagulación de las proteínas, la transformación del almidón en dextrinas y azúcares menores y el pardeamiento de la corteza (MESAS J., 2002).

En esta etapa ocurren cambios físico, químicos y bioquímicos como la gelatinización de los gránulos de almidón (60-80°C), formación de la corteza, colación del producto, incremento de la actividad fermentativa en los primeros minutos y posterior inactivación enzimática, y expansión del CO<sub>2</sub> por acción de la temperatura produciendo el aumento del volumen. (BUSTAMANTE B., 1999)

Después de que los trozos de la masa entran al horno, el calor penetra la superficie y se desplaza al interior, produciendo un aumento constante de la temperatura del pan durante la etapa inicial del horneado. Este aumento de temperatura acelera rápidamente la activación de la levadura, produciendo una súbita evolución del gas de dióxido de carbono y la expansión de los gases de la masa. Durante el desarrollo de la cocción existe una disminución de las moléculas de agua que alcanzan la superficie y luego se evaporan, y por ello existe un gradual aumento de la temperatura sobre la superficie externa lo cual provoca la formación de la corteza, tanto más gruesa cuanto más dure esta fase de cocción. Además ocurre la volatilización de todas aquellas sustancias que tienen una



temperatura menor a los 100°C y en particular el alcohol etílico y todas aquellas sustancias aromáticas que se forman tanto en la fermentación como en la cocción (aldehídos, éteres, ácidos). (Tobías, 2007)

#### **2.2.2.10. DESMOLDE.**

El pan debe desmoldarse inmediatamente para que enfríe y no gane humedad. (ALASINO M., et col., 2008)

#### **2.2.2.11. ENFRIADO.**

El pan sale del horno con la miga a una temperatura de aproximadamente 98°C y con una humedad de 45% en su centro; la corteza está mas caliente, aproximadamente a 150°C, pero mucho más seca (1 a 2% de humedad) y se enfría rápidamente. Durante el enfriamiento la humedad se desplaza desde el interior hacia la corteza y de aquí al ambiente. Si el contenido de humedad de la corteza sube considerablemente durante el enfriamiento, esta se vuelve correosa y dura. El excesivo aumento de sequedad durante el enfriamiento trae como consecuencia la disminución de peso y malas características de la miga.

La finalidad del enfriado es disminuir la temperatura sin gran variación del contenido de humedad. (ALASINO M., et col., 2008)

**Tabla N°6. Fenómenos que ocurren en el interior de la masa durante la cocción.**

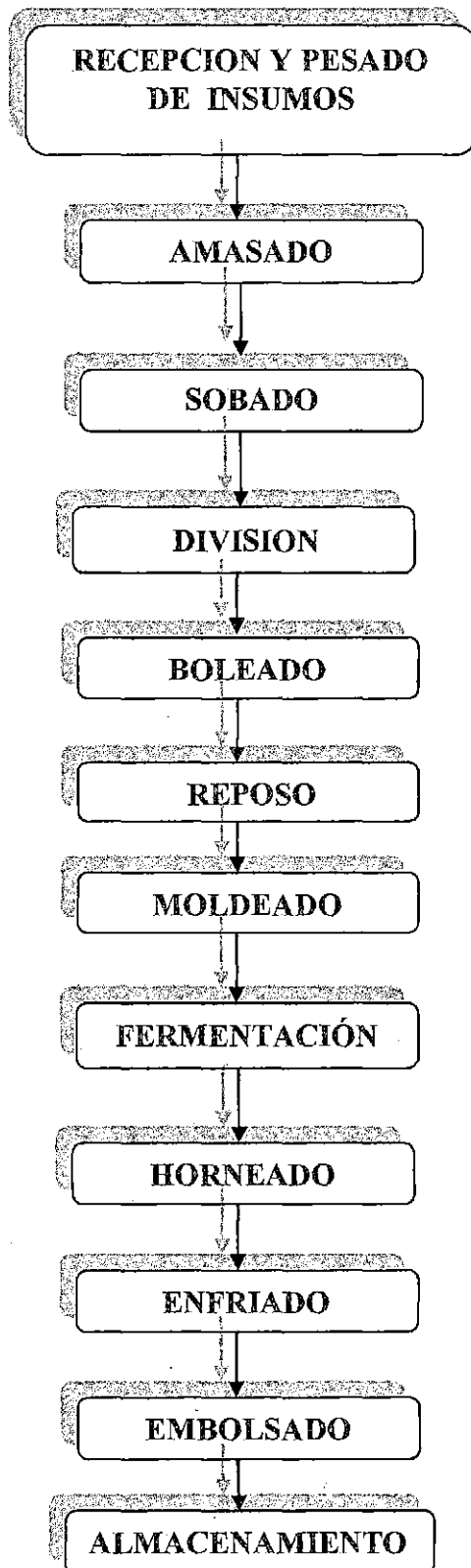
Temperatura	Evento
<b>30°C</b>	Expansión del gas y producción enzimática de azúcares
<b>45-50°C</b>	Muerte de las levaduras
<b>50-60°C</b>	Fuerte actividad enzimática, inicio de la solubilidad del almidón.
<b>100°C</b>	Desarrollo y producción de vapor de agua, formación de la corteza.
<b>110-120°C</b>	Formación de dextrina en la corteza (clara y amarillenta)
<b>130-140°C</b>	Formación de dextrina parda.
<b>140-150°C</b>	Caramelización (oscurecimiento de la corteza)
<b>150-200°C</b>	Producto crujiente y aromático (pardo oscuro)
<b>Más de 200°C</b>	Carbonización de la pieza (masa porosa y negra)

Fuente. A.A.P.P.A, 2003

#### **2.2.2.12. REBANADO Y EMBOLSADO.**

Una vez frías las piezas pasan a la sala de corte y envasado, que debe estar aislada del resto de la fábrica. A nivel industrial, se suelen utilizar cortadoras de alta velocidad equipadas con cuchillas sin fin que dan un corte limpio sin deformar la rebanada. La temperatura de esta sala debe ser de unos 20-22°C. Los panes son embolsados en bolsas de polietileno. (ALASINO M., et col., 2008)

Figura N°4. DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE



Fuente: Acosta S., 2001

Industrialmente se utilizan empaquetadoras automáticas que, por medio de un sistema soplante infla la bolsa mientras que un dispositivo de empuje introduce el pan en la bolsa. Simultáneamente se extrae parte del aire de la bolsa y esta se cierra con un alambre recubierto de plástico. (Gil y Serra, 2010)

#### **2.2.2.13. ALMACENADO.**

El almacenamiento del pan es un tema de interés para la industria panadera debido a que se trata de un producto relativamente perecedero al que se le añaden a veces ciertas sustancias químicas para que posea una vida media superior.

La mejor forma de almacenar el pan de molde es en un lugar fresco y seco, idealmente con poca luz, y a temperatura ambiente. La temperatura óptima es entre 22 y 35°C y humedad relativa a 75%, se puede apilar máximo 2 unidades, para evita el daño por deformación y desmoronamiento (LALLEMAND BAKING UPDATE, 1996). El producto no debe tener contacto directo con el peso en ningún momento. No se debe colocar cerca de sustancias químicas que contaminen el producto con su olor o sabor como detergentes, jabones, aromatizantes, derivados de hidrocarburos. (COMAPAN, 2011)

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. DISEÑO METODOLÓGICO**

##### **3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

###### **3.1.1.1. Por su naturaleza: Investigación experimental**

El estudio está diseñado bajo las características de ser tipo experimental porque se realizará mediante la observación, registro y análisis de las variables sobre ambientes artificiosamente controlados para facilitar la manipulación de las mismas y encontrar su relación causal. Es decir se manipula deliberadamente la variable independiente: concentración de goma de tara, controlando el aumento o disminución de estas variables, para observar su efecto en la variable dependiente: humedad del pan de molde.

###### **3.1.1.2. Por su carácter: Investigación cuantitativa**

Porque busca encontrar la verdad de las cosas basándose en métodos cuantificables, donde no se emiten juicios interpretativos sobre los hechos en que está trabajando. Trata de demostrar acontecimientos a ciencia por medio de técnicas cuantitativas, de modo que deja por fuera las teorías empiristas. También se basa en cifras para expresar los resultados y proponer hipótesis para luego darle solución.

### 3.1.1.3. Por su finalidad: Investigación Aplicada

Porque está interesada en resolver problemas de naturaleza práctica aplicando los resultados obtenidos, es decir, que con esta experimentación, obtendremos datos con los que podemos obtener un proceso de elaboración de pre mezclas utilizando la goma de tara como retenedor de humedad para la obtención de pan de molde de mayor frescura.

### 3.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño escogido para el presente trabajo de investigación fue el ***Diseño Experimental Puro con Post prueba y Grupo Control***, pues es el que se acondiciona para este experimento.

Este tipo de diseño se caracteriza por ejercer un estricto control sobre el experimento por medio del establecimiento tanto de grupos de comparación a fin de manipular la variable independiente como la equivalencia de los grupos por medio de la asignación aleatoria de las unidades de análisis.

Este diseño incluye 2 grupos, uno recibe el tratamiento experimental y el otro no (grupo control). La manipulación de la variable alcanza sólo dos niveles (presencia-ausencia). La utilización de la postprueba tiene como propósito determinar la presencia o ausencia de efectos experimentales.

La asignación aleatoria de las unidades de análisis a los grupos experimental y control permite controlar la validez interna del experimento. También, para asegurar esta validez, se realizó todas las pruebas por triplicado para conseguir así una validez interna en los experimentos que nos conduce a

demostrar la hipótesis que se elabora en esta investigación. A continuación veremos el modelo de esquema de investigación que se empleó en todos los experimentos.

En la Tabla N°7 se establece la matriz del Diseño Experimental Puro con Postprueba y Grupo Control.

### **3.2. POBLACION Y MUESTRA**

#### **3.2.1. POBLACIÓN.**

Nuestra población estuvo compuesta por 300 panes de molde blanco.

#### **3.2.2. MUESTRA.**

La cantidad de muestra será de 225 panes de molde blanco, distribuidos de acuerdo al tipo de análisis que se realizará.

### **3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.**

#### **3.3.1. VARIABLES**

##### **a. VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Porcentaje de goma de tara.

##### **b. VARIABLE DEPENDIENTE**

- Humedad del pan.

**TABLAN°7. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

GRUPOS DE TRABAJO		TRATAMIENTO	OBSERVACIONES
		Concentración de Goma de Tara	Humedad del Pan de Molde
R	G <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> Control	O <sub>1</sub> El pan de molde blanco elaborado a partir de una premezcla control
R	G <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> 0.3%	O <sub>2</sub> El pan de molde blanco elaborado a partir de una premezcla con 0.3% de goma de tara
R	G <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> 0.5%	O <sub>3</sub> El pan de molde blanco elaborado a partir de una premezcla con 0.5% de goma de tara
R	G <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> 0.7%	O <sub>4</sub> El pan de molde blanco elaborado a partir de una premezcla con 0.7% de goma de tara
R	G <sub>5</sub>	X <sub>5</sub> 1.0%	O <sub>5</sub> El pan de molde blanco elaborado a partir de una premezcla con 1% de goma de tara

**Simbología:**

R = Aleatorización

G = Grupos de trabajo

X = Tratamientos

O = Observaciones (físicas, químicas y sensoriales)



### **3.3.2. INDICADORES**

#### **a. PORCENTAJE DE GOMA DE TARA.**

- 0.3% de goma
- 0.5% de goma
- 0.7% de goma
- 1% de goma

#### **b. HUMEDAD DEL PAN**

- Firmeza del pan de molde entre 400 y 800 gf.<sup>1</sup>
- Contenido de humedad del pan máxima de 40%<sup>2</sup>
- Evaluación Sensorial: - Me gusta mucho
  - Me gusta moderadamente
  - No me gusta ni me disgusta
  - Me disgusta moderadamente
  - Me disgusta mucho

---

<sup>1</sup> De la Llave A. 2004. Efecto de la Adición de Fibra Soluble sobre las Características Físicoquímicas y Sensoriales en un Producto de Panificación.

<sup>2</sup> NTP 206.004:1988 (Revisada el 2011). PAN DE MOLDE. Pan blanco y pan integral y sus productos tostados

TABLA N°8. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

TIPO	VARIABLES	INDICADOR	
Variable Independiente	Porcentaje de goma de tara	0.3% de goma	
		0.5% de goma	
		0.7.% de goma	
		1% de goma	
Variable dependiente	Humedad del pan	• Firmeza del pan de molde	Mín. 400 gf
			Máx. 800 gf
	Humedad del pan	• Contenido de Humedad del pan	Máx. 40%
			• Evaluación Sensorial
	2 Me disgusta moderadamente.		
	3 Ni me gusta ni me disgusta		
4 Me gusta moderadamente			
		5 Me gusta mucho	

Fuente: Elaboración Propia (2012)

### 3.4. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN.

#### 3.4.1. INSUMOS Y ADITIVOS

- Harina de trigo comercial "El Molino" proporcionada por la empresa "Molitalia S.A."
- Agua potable.
- Sal "EMSAL".
- Azúcar refinada "Paramonga".
- Leche Descremada en Polvo proporcionada por la Empresa Austracorp (Perú) S.A.
- Manteca vegetal "Sello de Oro"

- Levadura instantánea "Fleishman".
- Estearoil lactilato de sodio "Emulmix L", código E481 proporcionada por la empresa "Granotec S.A."
- Antimoho (Propionato de Calcio) Marca "Unipan Premium".
- Mejorador de Panificación "Unipan", de la empresa Bakels Perú S.A.C.
- Ácido ascórbico Montana código E300.

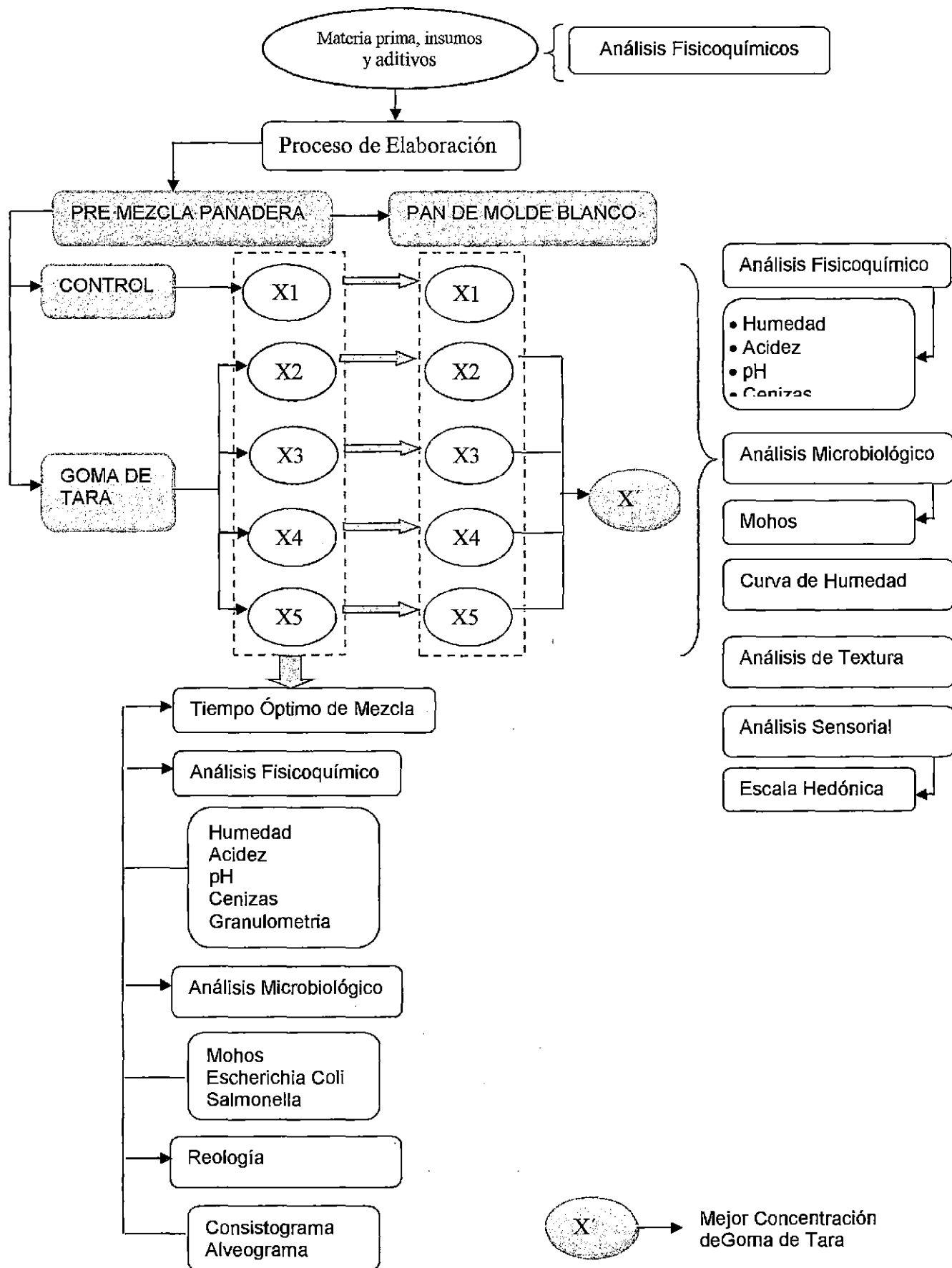
#### **3.4.2. MATERIAL EXPERIMENTAL**

- Goma de tara en polvo, "Moligum HV" código E417 proporcionada por la empresa Molinos Asociados S.A.C.

#### **3.4.3. REACTIVOS**

- Agua destilada
- Agua Peptonada Merck.
- Hidróxido de sodio 0.1 N J.M Chemical
- Fenolftaleína al 1%
- Nitrato de Plata 0.1 N
- Solución de cromato de potasio al 5%
- Agar Plate Count, Agar Ogy y Antibiótico oxitetraciclina Merck
- Caldo lactosado y Caldo verde brillante Britania
- Otros.

FIGURA 5. Diseño Experimental del Estudio



#### **3.4.4. EQUIPOS Y MAQUINARIAS**

- Mezcladora cilíndrica en forma de V con eje horizontal de capacidad de 50 kg. Marca DIETZ, Germany
- Tamizador vibratorio Rotachoc
- Balanza electrónica desde 1g – 30 kg
- Amasadora - Sobadora en espiral marca Nova modelo N25, capacidad de 40Kg.
- Horno rotativo a convección Modelo Max 500 con cámara de fermentación Marca Nova
- Alveoconsistógrafo de Chopin
- Potenciómetro digital modelo 8025, marca VWR Scientific Products
- Mufla eléctrica de 0°C a 1200°C
- Viscosímetro Fungilab
- Texturómetro modelo TA-XT2
- Molino tipo martillo marca Culatto
- Balanza de humedad, marca A&D, Mod. MX-50
- Balanza analítica modelo GR-200, marca H. W. Kassel
- Balanza 600 g marca Core Balance
- Estufa marca Memmert 20°C a 250°C
- Incubadoras, marca Memmert
- Otros.

#### **3.4.5. MATERIALES Y UTENSILIOS**

- Coche transportador
- Vernier o Pie de Rey
- Mesas de aluminio
- Termohigrómetro Boeco Germany

- Bolsas de polietileno transparente de baja densidad
- Crisoles
- Materiales de vidrio de laboratorio
- Otros: bandejas, moldes, etc.

### 3.4.6. MÉTODOS

#### 3.4.6.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA GOMA DE TARA.

##### 3.4.6.1.1. HUMEDAD.

La humedad se determinó utilizando la balanza de humedad marca A&D, Mod. MX-50, que se basa en el **principio de LOD** (pérdida de humedad por secado). Las muestras se calientan usando el calor infrarrojo bajo condiciones controladas de calefacción intensa mientras que el instrumento mide automáticamente la pérdida de peso, hasta calcular el % de humedad o de sólidos totales. (**Manual de Uso de Balanza de Humedad MX-50, 2005**)

Se siguió el siguiente procedimiento:

- Se encendió la balanza y se esperó su estabilización.
- Con el botón "PROGRAM" se seleccionó el Programa 1.
- Con la ayuda de las teclas direccionales, se seleccionó la temperatura de secado a 200°C, el método de análisis MID y la lectura de la humedad en porcentaje (%).
- Se destapó la balanza y se colocó el plato de la muestra, si no está estable presionar la tecla "RESET" y verificar el cero.
- Se colocó 5 g. de muestra en el plato, se bajó la tapa y se presionó la tecla "START", empezando el secado.
- La lectura del resultado es en forma directa (% de Humedad)

#### **3.4.6.1.2.CENIZAS.**

Determinado por el método indicado por la A.O.A.C. 1984

#### **3.4.6.1.3.VISCOSIDAD.**

Se determinó usando un Viscosímetro Fungilab. (**Manual de Uso de Viscosímetro Fungilab ViscoStar, 2007**)

Se siguió el siguiente procedimiento:

- Montaje del equipo y nivelación del mismo.
- Se accionó el interruptor a la posición de encendido.
- Se colocó el vaso con la muestra al 1%
- Se sumergió el vástago en el líquido a medir hasta la marca que figura sobre el eje. Comprobar verticalidad y temperatura.
- Con ayuda de las teclas de dirección se seleccionó la opción Configuración de Medidas donde se seleccionó el SP 4, una temperatura de 25°C y una velocidad de 200 rpm
- Se presionó la tecla "0" para empezar la medición.
- La lectura es inmediata en la pantalla

#### **3.4.6.2. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA HARINA DE TRIGO.**

##### **3.4.6.2.1.HUMEDAD**

Se aplicó el método aplicado en el acápite 3.4.6.1.1. Los parámetros fueron: 200°C y 5 g de muestra.

##### **3.4.6.2.2.ACIDEZ**

Se determinó en base a la NTP 205.039:1975 (Revisada el 2011) Harinas. Determinación de la Acidez Titulable.

#### **3.4.6.2.3.pH**

Según el Método Potenciométrico reportado por la A.O.A.C. 981.12 (1994)

#### **3.4.6.2.4.CENIZAS**

Se determinó en base a la NTP 205.038:1975 (Revisada el 2011) Harinas. Determinación de Cenizas.

#### **3.4.6.2.5.GRANULOMETRIA**

Se tomó como referencia el Método seguido por Chopin, utilizando un Tamizador Rotachoc. Se trata de establecer la clasificación granulométrica de una muestra mediante una operación de tamizado, es decir, distribución por tamaño de partículas (porcentaje) para la obtención de las cantidades que pasan por los diferentes tamices. **(Chopin Technologies, 2009)**

El procedimiento fue el siguiente:

- Homogenizar la muestra en un frasco con tapa, por agitación manual.
- Pesar 50 g de la mezcla homogenizada.
- Llevar los tamices, al equipo Rotachoc.
- Transferir la muestra al tamiz de mayor abertura.
- Tapar y fijar la serie de malla con el sujetador del tamizador.
- Ajustar el tiempo de tamizado, 10 minutos a 200 rpm
- Prender el equipo.
- Pesar la muestra retenida en cada tamiz con una precisión de 0.1 g.



### **3.4.6.3. ANÁLISIS FISICOQUIMICO DE LA LECHE DESCREMADA EN POLVO.**

#### **3.4.6.3.1.HUMEDAD**

Se aplica el método aplicado en el acápite 3.4.6.1.1. Los parámetros fueron: 120°C y 10 g de muestra.

#### **3.4.6.3.2.ACIDEZ**

Se determinó en base a la NTP 202.078:2008. LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche en Polvo. Determinación de acidez.

#### **3.4.6.3.3.pH**

Según el Método Potenciométrico reportado por la A.O.A.C. 943.02 ed.  
18

#### **3.4.6.3.4.CENIZAS**

Se determinó en base a la NTP 202.139. 1998. LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche en polvo y determinación de ceniza.

### **3.4.6.4. ANÁLISIS DE HUMEDAD LOS INSUMOS MENORES Y ADITIVOS**

Se aplica el método aplicado en el acápite 3.4.6.1.1. Los parámetros fueron:  
100°C y 5 g de muestra.

### **3.4.6.5. DETERMINACIÓN DE TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLADO EN PREMEZCLAS**

#### **3.4.6.5.1.Toma de muestras.**

Se realizó utilizando una mezcladora experimental en cono en "V" para los ensayos de mezclado a diferentes intervalos de tiempo, tomando 6

muestras de 5g. c/u para cada intervalo. La toma de las muestras se realizó distribuyéndose en forma simétrica abarcando todo volumen ocupado del equipo tal como se muestra en el anexo 7.

#### **3.4.6.5.2. Análisis estadístico.**

Se utilizó el coeficiente de variación (C.V.) del porcentaje de sal presente en las muestras tomadas en cada intervalo del tiempo, para luego compararlos siendo el C.V.=10%, el óptimo para obtener un buen mezclado.

#### **3.4.6.6. MÉTODO DE ELABORACIÓN DE PRE MEZCLAS.**

##### **3.4.6.6.1. Recepción y análisis**

Se recepcionó los componentes y se realizaron los análisis de calidad correspondientes.

##### **3.4.6.6.2. Pesado**

Esta operación se realizó de acuerdo a la formulación establecida y en el orden indicado. (Ver Anexo 1). En el caso de los aditivos se realizó una premezcla previa para obtener mejores resultados.

##### **3.4.6.6.3. Mezclado**

El proceso de mezcla es la parte fundamental en la fabricación de la premezcla. Se realizó en una Mezcladora cilíndrica en forma de V con eje horizontal a velocidad constante de 32 rpm, donde se agregaron todos los insumos de la premezcla. En esta etapa se midió el tiempo óptimo de mezclado a cada premezcla, para obtener una mezcla homogénea, y asegurarse que ningún componente se separe.

#### 3.4.6.6.4. Tamizado

Se realizó para eliminar las aglomeraciones formadas durante el mezclado. La abertura de la malla a utilizar es la del componente más grueso presente, es decir del azúcar. Se utilizó un tamiz de 200 micras.

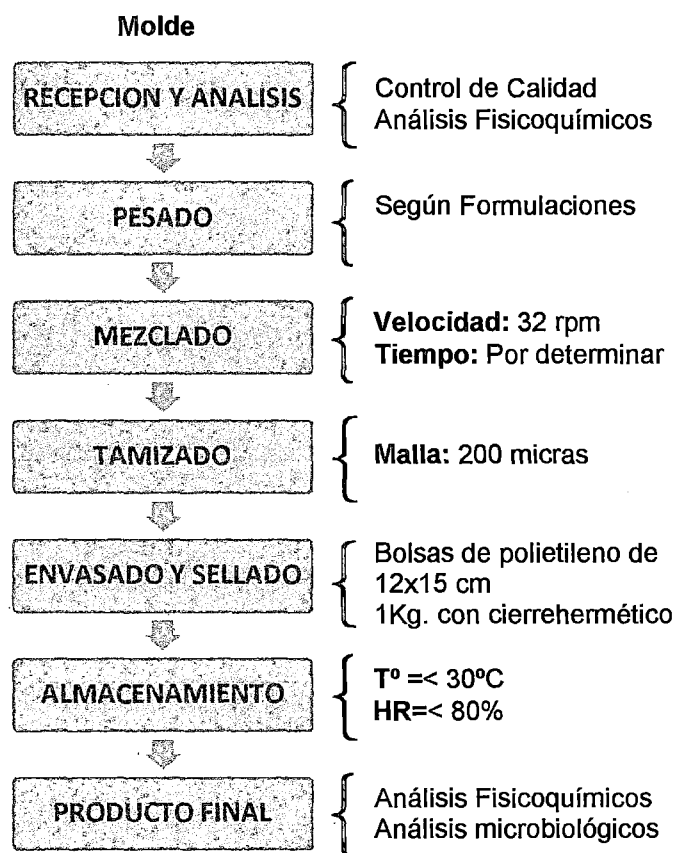
#### 3.4.6.6.5. Envasado y Sellado

Se realizó manualmente de acuerdo los requerimientos, en bolsas de 1Kg, de polietileno de baja densidad, con cierre hermético.

#### 3.4.6.6.6. Almacenado

El almacenamiento se realizó a temperaturas menores a 30°C y HR menor a 80%.

**FIGURA 6. Flujo De Elaboración Experimental de las Premezclas para Pan De**



Fuente: Elaboración Propia

### **3.4.6.7. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA PRE MEZCLA**

#### **3.4.6.7.1. HUMEDAD**

Según el método descrito en el acápite 3.4.6.2.1

#### **3.4.6.7.2. ACIDEZ**

Se determinó en base a la NTP 205.039:1975 (Revisada el 2011)  
Harinas. Determinación de la Acidez Titulable.

#### **3.4.6.7.3. pH**

Según el Método Potenciométrico reportado por la A.O.A.C. 943.02 ed.  
18

#### **3.4.6.7.4. CENIZAS**

Se determinó en base a la NTP 205.038:1975 (Revisada el 2011)  
Harinas. Determinación de Cenizas.

#### **3.4.6.7.5. GRANULOMETRÍA**

Según el método descrito en el acápite 3.4.6.2.5

### **3.4.6.8. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS PREMEZCLAS**

#### **3.4.6.8.1. DETERMINACIÓN DE MOHOS**

Se determina por el Método de Recuento de Mohos por Siembra en  
Placa por Todo el Medio. Método del ICMSF (1983).

#### **3.4.6.8.2. DETERMINACIÓN DE *Escherichia Coli***

Numeración de coliformes y coliformes fecales por el número más  
probable (NMP): Método ICMSF (2002).

### **3.4.6.8.3.DETERMINACIÓN DE *Salmonella Sp.***

Aislamiento de Salmonella: Aus. o Pcia. / 25 g. o ml. Método ICMSF (2000)

### **3.4.6.9. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS DE LA HARINA Y LA GOMA.**

#### **3.4.6.9.1.ANÁLISIS DE CONSISTOGRAMA**

Se determina por el método de la AACC Estándar N° 54-50. Para hacer la prueba de hidratación adaptada se debe Indicar el índice de humedad de la harina así como la hidratación HYDHA necesaria para la prueba (determinada durante la prueba con hidratación constante). Colocar la harina en la en la amasadora y el agua salada en la bureta. Poner en marcha la amasadora y mezclar con el agua salada. Volver a poner en marcha el amasador y volver a hacer la operación de mezcla descrita anteriormente una o dos veces, sin nunca prolongar más de 1 minuto 30 segundos. Transcurrido 480 segundos, el Alveolink manda la parada automática de la amasadora. El Alveolink determina la curva promediada así como los parámetros principales

#### **3.4.6.9.2.ANÁLISIS DE ALVEOGRAMA**

Se determina por el método de la AACC Estándar N° 54-30 A. Se pesa la cantidad de harina determinada anteriormente por el análisis de consistograma adaptada y se coloca en la amasadora, se adiciona en la bureta la cantidad de agua salina, también determinada por el consistograma a hidratación. Después de mezclar por ocho minutos,

Detener el motor y recibir la muestra en un plato, se corta la masa en cinco pedazos y se le pasa un rodillo. Una vez uniformizado el grosor

de las muestras, cortarlos con un cutter circular, colocar los cinco pedazos de masas en la cámara de fermentación del alveógrafo y dejarlo reposar hasta completar los 28 minutos que debe durar toda la prueba. Transcurrido este tiempo colocar la primera muestra en el plato para la formación de la burbuja. Abrir la válvula hidrostática y dejar pasar aire hasta que revienta la burbuja. Repetir esto con las cuatro muestras restantes.

### **3.4.6.10. MÉTODO DE PANIFICACIÓN**

#### **3.4.6.10.1. RECEPCIÓN Y PESADO DE LA PREMEZCLA E INSUMOS**

Se verificó la calidad y fecha de caducidad de los insumos, y luego se procedió al pesado de los componentes según las formulaciones.  
(Ver Anexo 2)

#### **3.4.6.10.2. AMASADO**

Se mezcló todos los ingredientes secos en la amasadora en velocidad uno, luego se agregó gradualmente el agua, durante tres minutos para lograr que todas las partículas queden distribuidas uniformemente.

#### **3.4.6.10.3. SOBADO**

Se continuó amasando a velocidad 2, cuando la masa empezó a tener una consistencia no pegajosa, se adicionó la manteca sin dejar de amasar durante siete minutos.

**3.4.6.10.4. PESADO**

Se pesó manualmente la masa en porciones de 100 gramos con ayuda de una balanza digital.

**3.4.6.10.5. BOLEADO**

Esta etapa se realizó de manera manual, con suaves movimientos rotatorios, con la finalidad de formar una pieza de superficie tersa y relativamente seca.

**3.4.6.10.6. PRIMER REPOSO**

La masa boleada se dejó en reposo durante 10 minutos a una temperatura ambiente de 25°C para permitir que la levadura empiece a transformar el azúcar en alcohol, dióxido de carbono y ácidos orgánicos.

**3.4.6.10.7. MOLDEADO**

Esta etapa fue manual. Se untó aceite en la mesa de trabajo para evitar que la masa se adhiriera a la mesa de trabajo. La pieza de pan se estiró con un rodillo de plástico, utilizando movimientos verticales y horizontales. Se enrolló la pieza de arriba hacia abajo y se colocaron en los moldes previamente engrasados.

**3.4.6.10.8. FERMENTACIÓN**

Se coloca los moldes en bandejas y trasladados a la cámara de fermentación para permitir que la levadura actué en la masa en descanso durante 120 minutos a 30-32°C y humedad relativa de 85-90%, hasta que la masa subiera hasta las  $\frac{3}{4}$  partes del molde

#### **3.4.6.10.9. HORNEADO**

Se coloca las bandejas en el horno a 140°C durante 15 minutos, en esta etapa la levadura termina su función de producción de CO<sub>2</sub> y la masa crece por expansión del dióxido de carbono al alcanzar temperaturas internas mayores a los 60°C.

#### **3.4.6.10.10. ENFRIADO**

El pan salido del horno se coloca en coches a temperatura ambiente (26°C aproximadamente) por 2 h hasta que los panes tuvieran una temperatura interna entre 27°C y 32°C.

#### **3.4.6.10.11. EMBOLSADO**

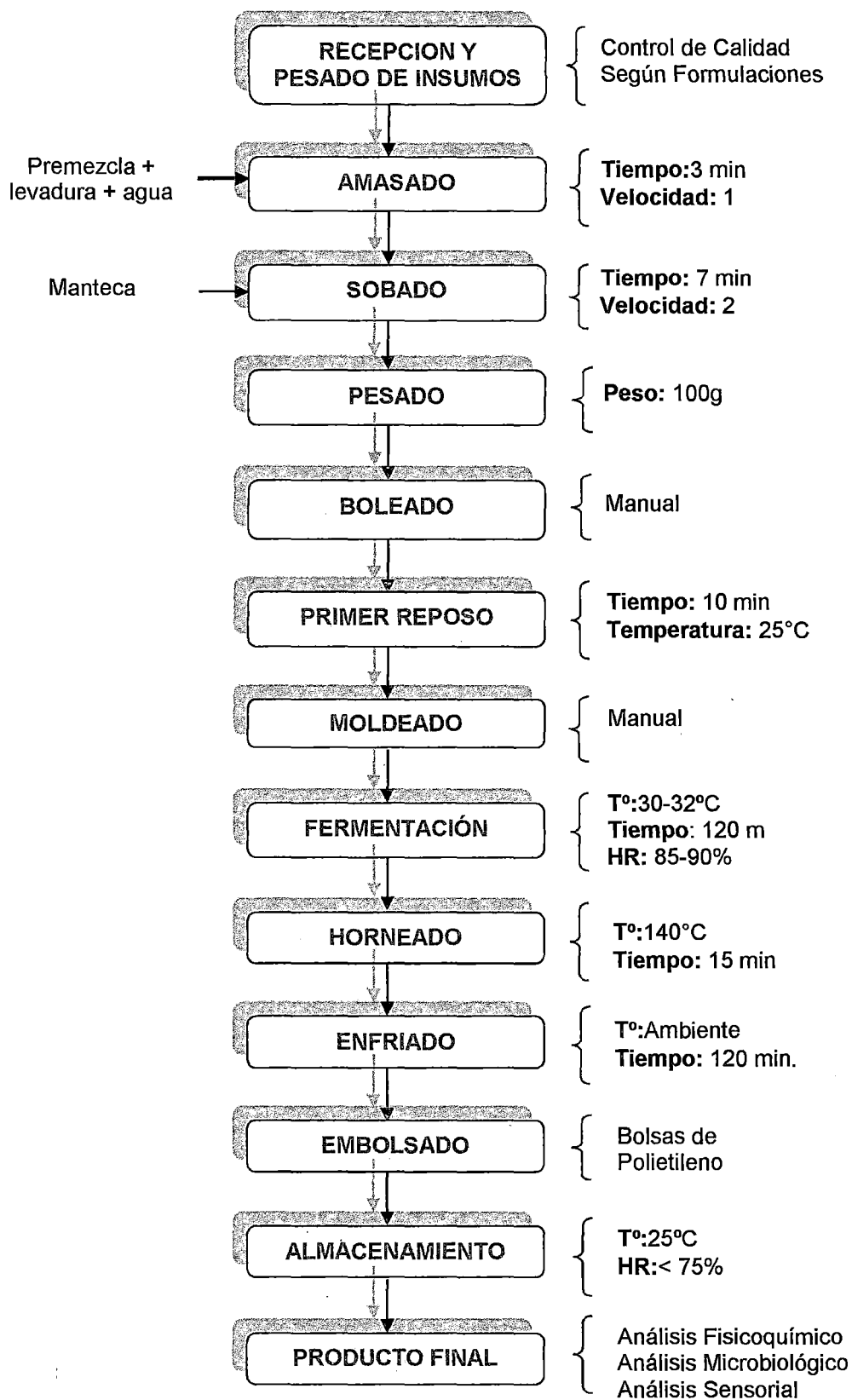
Las piezas de pan enfriadas fueron embolsadas en bolsas de polipropileno y amarradas con amarres de plástico.

#### **3.4.6.10.12. ALMACENAMIENTO**

Los panes de molde blanco fueron colocados en un estante ubicado en la panadería del CET, separados en 5 grupos correspondiente a cada tratamiento, a su vez cada tratamiento se subdividió en tres grupos correspondientes a una repetición. La temperatura de almacenamiento fue de 25°C aproximadamente y humedad relativa no mayor a 75%.



FIGURA 7. Flujo de Elaboración Experimental para Pan de Molde



Fuente: Elaboración Propia

### **3.4.6.11. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL PAN DE MOLDE.**

#### **3.4.6.11.1. HUMEDAD.**

Se aplica el método descrito en el acápite 3.4.6.1.1. La temperatura de secado fue de 200°C y el peso de la muestra de 5 g. (Modo de Análisis: Standard MID)

#### **3.4.6.11.2. ACIDEZ**

Se determina por el método indicado por INDECOPI NTP 206.008:1976 (Revisada el 2011).

#### **3.4.6.11.3. CENIZAS**

Se determina por el método indicado por INDECOPI NTP 206.007:1976 (Revisada el 2011).

#### **3.4.6.11.4. PESO**

Se obtiene por el método gravimétrico, utilizando una balanza analítica, obteniendo el peso con tres cifras decimales.

#### **3.4.6.11.5. VOLUMEN**

Se determina por el método de desplazamiento de semillas. (AACC, 2000)

#### **3.4.6.11.6. DENSIDAD APARENTE.**

Se obtiene dividiendo los pesos promedio entre los volúmenes correspondientes, expresándolo con tres decimales, (g/cm<sup>3</sup>).

#### **3.4.6.11.7. DIMENSIONES FÍSICAS**

Se determina el ancho, largo y alto de los panes en milímetros.

(Bustamante B., 1999)

#### **3.4.6.12. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL PAN DE MOLDE**

##### **3.4.6.12.1. DETERMINACIÓN DE MOHOS.**

Se determina por el Método de Recuento de Mohos por Siembra en Placa por Todo el Medio. Método del ICMSF (1983)

#### **3.4.6.13. ANÁLISIS DE TEXTURA DE LOS PANES DE MOLDE**

##### **3.4.6.13.1. FIRMEZA**

Se determina por el método indicado por AACC 74-09.01: Medida de la Firmeza del Pan mediante un Texturómetro Universal

La firmeza de la miga se mide en términos de la fuerza (gf) que se requiere imprimir para el 25% de compresión de una rebanada de pan de 25 mm de espesor. Se mide con Texturómetro TA-XT2. Se utiliza un cilindro de aluminio de 36 mm de diámetro y una cruceta, la velocidad de registro se ajusta a 1.7 mm/s, realizando tres medidas sucesivas.

#### **3.4.6.14. EVALUACIÓN SENSORIAL.**

##### **3.4.6.14.1. PRUEBA DE ACEPTABILIDAD.**

Esta prueba se realizó para determinar sensorialmente el nivel óptimo de goma de tara en la premezcla para pan de molde. El análisis sensorial se determinó a través de un panel de 35 jueces semientrenados de ambos sexos, utilizando para ello un test de

escala hedónica de 5 puntos para evaluar la intensidad de cada atributo.

A todos los panelistas se les proporcionó la cartilla de evaluación, un lapicero, las tajadas de pan de molde blanco a las cuales se les asignó previamente un número aleatorio de cuatro dígitos para cada muestra, y un vaso con agua. Los atributos evaluados fueron: suavidad, humedad, esponjosidad, sabor y aspecto general. Estos atributos están relacionados con la textura y la retención de humedad en el pan.

### **3.5. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Son procedimientos de comprobación de la validez y confiabilidad de los instrumentos.

#### **3.5.1. TÉCNICAS.**

Las técnicas de campo válidas y confiables que se emplearon para la investigación fueron la observación, la experimentación, los registros y el test, que nos permitieron obtener los datos correspondientes a la medición de la humedad del pan de molde desde el punto de vista físico, químico y sensorial, con el objeto de realizar el análisis de los datos y hallar los resultados y conclusiones correctos.

La observación es el registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificando y consignado los acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto y según el problema que se estudia.

La experimentación exige seleccionar grupos pareados de sujetos, someterlos a tratamientos distintos, controlar las variables y comprobar si las diferencias observadas son significativas. La finalidad de la investigación experimental es descubrir las relaciones causales, descartando para ello las explicaciones alternas de los resultados. El método experimental suministra los datos más convincentes si se aplican los controles adecuados.

Los registros son formatos, en donde se anotará los resultados que se obtengan de la observación y la experimentación.

El test se empleó específicamente para realizar la evaluación sensorial de los panes elaborados con cada premezcla. Con esta medición se intentó cuantificar la preferencia de los panelistas por el producto, midiendo cuánto les gusta o les disgusta.

### **3.5.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se utilizó los siguientes instrumentos válidos y confiables para la obtención de datos:

**3.5.2.1. Texturómetro.** Para medir la firmeza del pan de molde.

**3.5.2.2. Balanza de humedad.** Para obtener el contenido de humedad de los panes de molde.

**3.5.2.3. Escala hedónica.** Para evaluar la humedad del pan de molde desde el punto de vista sensorial. La evaluación se realizó sobre los atributos humedad, suavidad, esponjosidad, apariencia general y el sabor. El análisis sensorial se determinó a través de un panel de 35 jueces semi

entrenados y mediante una escala de 1 a 5 puntos para evaluar la intensidad de cada atributo.

### **3.6. TÉCNICAS PARA EL PROCESO DE LA INFORMACIÓN.**

En el estudio se utilizó la prueba del análisis de varianza o ANOVA para la determinación del porcentaje óptimo de goma de tara, a partir de los datos de firmeza, humedad y evaluación sensorial. En los casos que se encontraron diferencias significativas se procedió a través del Test de Tukey, el cual permitió estimar intervalos de confianza para las diferencias medias que fueron significativas. Se trabajó con un nivel de confianza del 95%, es decir un nivel de significancia del 0.05% ( $\alpha=0.05\%$ ).

Por otro lado, para la determinación del tiempo óptimo de mezclado de la premezcla control y las premezclas con distintos porcentajes de goma de tara (0.3%, 0.5%, 0.7%, 1%), se utilizó el coeficiente de variación (CV) como medida de comparación.

Para facilitar el tratamiento de los resultados se empleó el paquete estadístico Minitab, que es un software diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas.

### **3.7. ASPECTOS ÉTICOS.**

El trabajo de investigación consideró los principios jurídicos y éticos, siendo original y de propiedad intelectual de las autoras.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DE LOS INSUMOS DE LA PREMEZCLA.

##### 4.1.1. HARINA DE TRIGO.

La harina de trigo que se utilizó en todas las premezclas presentó valores promedios de 13.72% de humedad, 0.091% de acidez (expresada en ácido sulfúrico), 6.089 de pH y 0.614% de cenizas. En lo referente a la granulometría se expresan los resultados obtenidos en la tabla 10.

**Tabla N°9. Análisis Físicoquímico de la harina de trigo**

Parámetro	Unidades	Valores promedio
Acidez	(% ácido sulfúrico)	0.091 ± 0.006
pH	-	6.089 ± 0.022
Cenizas	%	0.614 ± 0.011
Humedad	%	13.72±0.461

Fuente: Elaboración propia (Laboratorio de Química del CET)

**Tabla N°10. Análisis Granulométrico de la harina de trigo**

Malla (micras)	Masa Harina Retenida (g)	Porcentaje Retenido (%)
212	0.009	0.01
150	1.266	1.27
132	13.875	13.88
118	12.0	12.00
88	62.579	62.58
Fondo	8.0	8.0

Fuente: Elaboración Propia (Laboratorio de Molitalia S.A.)

#### 4.1.2. GOMA DE TARA.

La goma de tara que se empleó para la elaboración de las premezclas con tratamiento reportó valores promedios de 11.22% de humedad, 0.857% de cenizas y 6140 cP de viscosidad.

**Tabla N°11. Análisis Fisicoquímico de la Goma de tara (*Caesalpiniaspinosa*)**

Parámetro	Unidades	Valores promedio
Cenizas	%	0.857 ± 0.107
Humedad	%	11.22 ± 0.295
Viscosidad	cP	6140 ± 0.500

Fuente: Elaboración Propia (CET)

#### 4.1.3. LECHE DESCREMADA EN POLVO.

La leche en polvo descremada obtuvo valores promedios de 5.887% de humedad, 0.169% de acidez (expresada en ácido láctico), pH de 6.35 y 0.614% de cenizas.

**Tabla N°12. Análisis Fisicoquímico de Leche descremada en polvo**

Parámetro	Unidades	Valores promedio
Acidez	(% ácido láctico)	0.169 + 0.006
pH	-	6.35 + 0.01
Cenizas	%	7.664 + 0.059
Humedad	%	4.497 + 0.342

Fuente: Elaboración Propia (CET)

#### 4.1.4. INSUMOS MENORES.

El azúcar, la sal, el antimoho, el mejorador, el SSL y el ácido ascórbico mostraron valores promedios de 0.213, 0.363, 2.273, 0.243, 1.237 0.157% de humedad respectivamente.



**Tabla N°13. Humedad de los insumos menores**

Insumos	Unidades	Valores promedio
Azúcar	%	0.213±0.012
Sal	%	0.363±0.061
Estearil-2-lactilato de sodio (SSL)	%	1.237±0.137
Antimoho	%	2.273±0.032
Mejorador	%	0.243±0.040
Ácido ascórbico	%	0.157±0.012

Fuente: Elaboración Propia (CET)

## 4.2. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS DE LA HARINA DE TRIGO Y DE LA HARINA DE TRIGO CON GOMA DE TARA.

### 4.2.1. CONSISTOGRAMA.

Respecto a los resultados del consistograma, la harina de trigo utilizada tuvo una hidratación HYDHA (base 15% de H<sub>2</sub>O) de 54%, una presión máxima de 2158 mb en 110 s, una tolerancia de 224 s, una caída de 358 mb a los 250 segundos, una caída de 914 mb a los 450 segundos y una hidratación corregida WAC de 56.3%.

Para la harina de trigo con distintos niveles de goma de tara, a medida que se incrementó el porcentaje de goma de tara desde 0.3 a 1% aumentó la absorción desde 56.2 a 57.1% para el valor de WAC y desde 54 a 54.7 para el HYDHA y la tolerancia de 241 a 286 mb., así mismo disminuyó el debilitamiento a los 250 segundos de 306 a 239 mb. y el debilitamiento a los 450 segundos desde 827 a 643 segundos. En cuanto a la presión máxima no se vio una tendencia determinada, sin embargo el tiempo para llegar a esta presión aumentó de 112 s para la harina con 0.3% de goma hasta 128 s para la harina con 1% de goma.

#### 4.2.2. ALVEOGRAMA.

Respecto a los resultados del análisis del alveograma, la harina de trigo y la harina de trigo con 0.5% de goma de tara mostraron igual tenacidad (93mm), lo mismo ocurrió con la harina de trigo con 0.3% y 0.7% de goma de tara que tuvieron una tenacidad de 92 mm, el valor más alto de tenacidad lo presentó la harina de goma con 1% de goma de tara cuyo valor fue de 100 mm. La extensibilidad y la fuerza disminuyeron a medida que se incrementó el porcentaje de goma de tara en la harina, teniendo la harina con 0.3% de goma una extensibilidad de 91mm y una fuerza de  $317 \cdot 10^{-4} \text{J}$  y la harina con 1% de goma 72 mm de extensibilidad y  $295 \cdot 10^{-4} \text{J}$  de fuerza.

Contrariamente, la relación P/L aumentó de 1.02 para la harina con 0.3% de goma hasta 1.39 para la harina con 1% de goma de tara. Los valores de extensibilidad, fuerza y de la relación P/L para la harina de trigo fueron 84mm,  $310 \cdot 10^{-4} \text{J}$  y 1.11 respectivamente, encontrándose estos valores entre la harina con 0.5% y 0.7% de goma de tara.

**Tabla N°14. Análisis Reológico de la Harina de Trigo a distintas concentraciones de Goma de Tara.**

PRUEBAS	Und.	Control	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
<b>CONSISTOGRAMA</b>						
HYDHA b15 (Hidratación equivalente a 2200 mb en base al 15 % de H <sub>2</sub> O)	%	54.0	54.0	54.1	54.5	54.7
PrMax (Presión Máxima)	Mb	2158	2134	2264	2162	2189
TPrMax (Tiempo para llegar al Pr Max)	s	110	112	118	124	128
Tol (Tiempo durante el cual la presión es superior a Pr Max)	s	224	241	294	275	286
D250 (Debilitamiento de la masa a 250 segundos)	Mb	358	306	275	261	239
D450 (Debilitamiento de la masa a 450 segundos)	Mb	914	827	746	743	643
WAC b15 (Hidratación equivalente a 1700 mb en base al 15 % de H <sub>2</sub> O)	%	56.3	56.2	57.0	56.8	57.1

<b>ALVEOGRAMA HA</b>						
Tenacidad P	mm	93	92	93	92	100
Extensibilidad L	mm	84	91	87	78	72
Fuerza W	10E-4J	310	317	315	286	295
Relación P/L		1.11	1.02	1.07	1.18	1.39

Fuente: Elaboración propia (Granotec Perú S.A.)

Torres L.(2006) indica que los hidrocoloides pueden modificar las propiedades reológicas del almidón y prolongar la vida útil del pan. Cuando una harina presenta valores de tenacidad (P) muy altos (correspondientes a las gluteninas), esto refleja cierta dificultad para retener el CO<sub>2</sub> producido por las levaduras durante la fermentación de una masa, es decir, que la red formada por el gluten es demasiado tenaz, se diría que no es estable a la fermentación, de esto podemos indicar que una concentración de 1% de goma de tara en la formulación podría resultar perjudicial en el proceso de elaboración del pan de molde, ya que su valor se aleja del valor control. Ferreros (2009) indica que cuando son muy altos los valores de extensibilidad (L) se estaría ante una masa muy extensible que podría retener CO<sub>2</sub>, no tendría estructura y se deformaría fácilmente.

Lopez (2008), señala que los valores de W pueden oscilar en tre 300-500, a mayor valor de W, mas resistencia ofrece la masa, estaríamos hablando de harinas con fuerza. Asimismo, Lopez (2008) indica que el valor P/L puede oscilar entre 0,2 y 2. Cuanto más bajo sea el valor más elástica puede resultar una masa. Tejeros (2003) menciona que cuando el valor P/L es elevado, provocará problemas durante el amasado y al menor estiramiento de la masa esta se desgarrará.

En el Anexo 6 se observan las gráficas del consistógrafo y alveógrafo para la harina con distintas concentraciones de goma de tara.

#### 4.3. CÁLCULO DEL TIEMPO ÓPTIMO DE MEZCLADO PARA LAS PREMEZCLAS.

Se elaboraron preliminarmente las premezclas para determinar su tiempo óptimo de mezclado.

En la tabla N°15, se observa los resultados del análisis estadístico donde se determinó los coeficientes de variación de cada premezcla para los siguientes intervalos de tiempo de 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 min, siendo el tiempo óptimo el de 12 minutos para todos los casos, debido a que el coeficiente de variación en este tiempo fue menor del 10%.

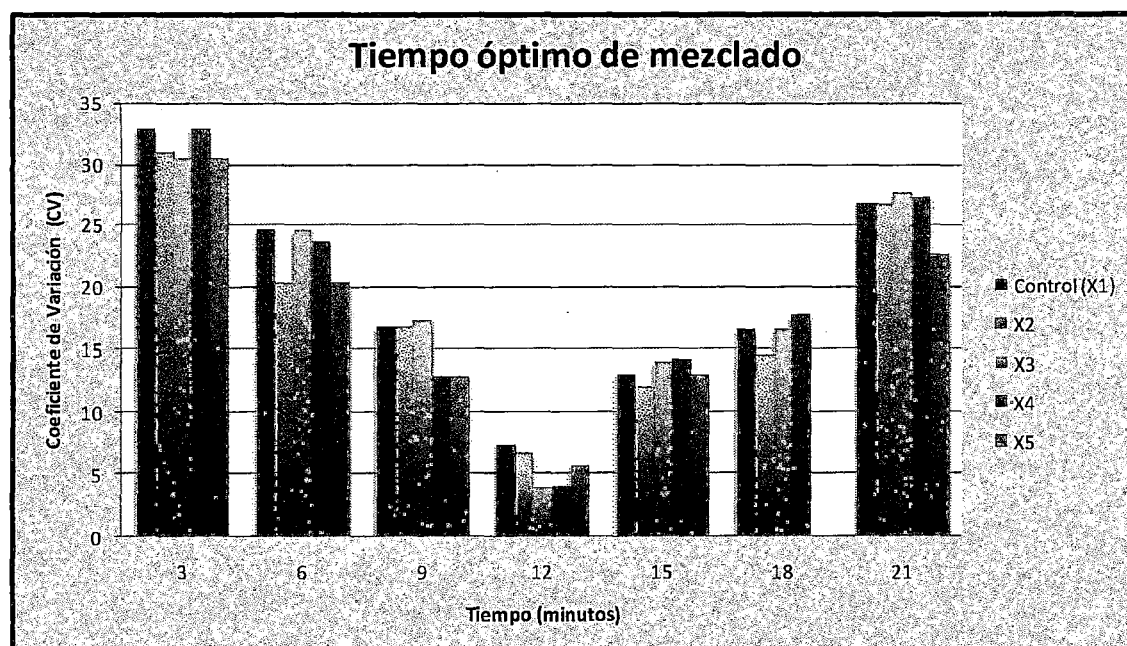
**Tabla N°15. Coeficientes de Variación para la Determinación del Tiempo Óptimo de Mezclado**

Premezclas Experimentales	INTERVALOS DE TIEMPO ( Minutos)						
	3	6	9	12	15	18	21
Control (X <sub>1</sub> )	32.92	24.62	16.94	7.45	12.99	16.62	26.81
X <sub>2</sub>	31.08	20.43	16.94	6.78	12.08	14.57	26.81
X <sub>3</sub>	30.63	24.62	17.42	3.95	14.07	16.62	27.82
X <sub>4</sub>	32.92	23.72	12.87	4.12	14.25	17.75	27.41
X <sub>5</sub>	30.63	20.43	12.87	5.69	12.99	17.35	22.71

Fuente. Elaboración propia – L.F.I.P.A

Según Bustamante B. (1999), esto se debe a que a partir de dicho intervalo de tiempo la mezcla tiende a disgregarse de nuevo, como consecuencia de las diferentes densidades que existen en la mezcla.

**Figura N°8. Diagrama de Columnas para el Tiempo Óptimo de Mezclado en las Premezclas**



Fuente: Elaboración Propia

Para Grandvoinet P. y Pratz B. (1999) los parámetros para una buena mezcla son la granulometría, la densidad aparente, la higroscopicidad (de la leche entera en polvo y la goma), y el porcentaje de ingrediente en la fórmula: si es muy bajo y si el producto es en polvo, habrá que buscar una granulometría muy fina; la disparidad de forma, dimensión y densidad favorecen a la segregación.

#### **4.4. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA PREMEZCLA CONTROL Y LAS PRE MEZCLAS CON TRATAMIENTO.**

La premezcla sin tratamiento reportó los siguientes valores promedios: 15.067% de humedad, 0.088% de acidez (expresado en ácido sulfúrico), 6.43 de pH y 3.078% de cenizas.

Las premezclas con tratamiento tuvieron una humedad promedio de 14.283, 13.857, 14.213 y 14.283%, una acidez promedio (expresado en ácido sulfúrico) de 0.088, 0.085, 0.098 y 0.105%, un pH promedio de 6.38, 6.16, 6.14 y 6.33, y un porcentaje promedio de cenizas de 3.719, 2.647, 3.02 y 2.9 % para las premezclas con 0.3, 0.5, 0.7 y 1% respectivamente. No existe diferencia significativa entre los valores hallados, excepto en la determinación de cenizas donde el % de cenizas de la premezcla X<sub>2</sub> formulada con 0.3% de goma de tara es significativamente mayor que el resto de premezclas.

**Tabla N°16. Análisis Físicoquímico de las Premezclas para Pan de Molde**

Tratamiento (% Goma de tara)	Humedad (%)	Acidez	pH	Cenizas (%)
Control (X <sub>1</sub> )	15.067 <sup>a</sup> ±0.575	0.088 <sup>a</sup> ± 0.010	6.43 <sup>a</sup> ± 0.078	3.078 <sup>b</sup> ± 0.291
X <sub>2</sub>	14.283 <sup>a</sup> ± 0.153	0.088 <sup>a</sup>	6.38 <sup>a</sup> ± 0.076	3.719 <sup>a</sup> ± 0.021
X <sub>3</sub>	13.857 <sup>a</sup> ± 0.541	0.085 <sup>a</sup> ± 0.011	6.16 <sup>a</sup> ± 0.299	2.647 <sup>b</sup> ± 0.311
X <sub>4</sub>	14.213 <sup>a</sup> ±0.716	0.098 <sup>a</sup>	6.14 <sup>a</sup> ± 0.093	3.02 <sup>b</sup> ± 0.091
X <sub>5</sub>	14.283 <sup>a</sup> ±0.107	0.111 <sup>a</sup> ± 0.023	6.33 <sup>a</sup> ± 0.116	2.9 <sup>b</sup> ± 0.285

Nota: Valores que no comparten letra en una misma columna son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración Propia – (Laboratorio de Química del CET)

Vásquez (2009), señala los rangos en los que se encuentra la Harina Panadera en el Perú. La humedad debe estar en el rango entre 13%-15%, estos valores de humedad no influyen mucho en la calidad panadera mientras no salga del rango que se menciona. Según Ibáñez (1985) las cenizas nos orientan sobre el rendimiento de extracción de las harinas, a mayor porcentaje de extracción de harina habrá mayor porcentaje de cenizas debido a la cáscara del grano. Ferreras, R. (2009) se refiere a la acidez teniendo en cuenta las reglamentaciones bromatológicas se consideran aquellas harinas que presentan un índice de acidez menor de 0.1% expresada en ácido sulfúrico, un

porcentaje mayor señala harinas expuestas al aire libre por lo tanto adquieren mayor humedad ,la acidez generalmente nos indica la “edad” de una harina.

**Tabla N°17. Análisis Granulométrico de las Premezclas para Pan de Molde**

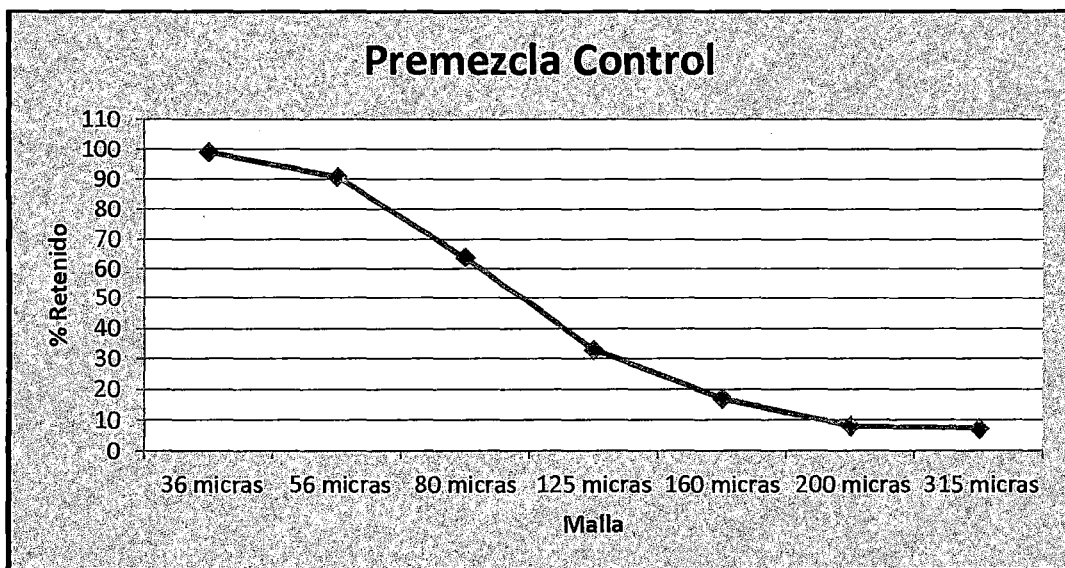
Pruebas Granulometría	Und.	Premezcla Control	Premezcla X <sub>2</sub>	Premezcla X <sub>3</sub>	Premezcla X <sub>4</sub>	Premezcla X <sub>5</sub>
Retenido 315 μ	%	7.2	7.0	6.78	7.0	6.85
Retenido 200 μ	%	7.95	8.04	7.95	7.80	7.93
Retenido 160 μ	%	17.10	16.35	16.09	15.29	15.22
Retenido 125 μ	%	33.10	32.5	31.99	31.90	31.90
Retenido 80 μ	%	64.0	63.26	63.51	62.41	62.72
Retenido 56 μ	%	90.84	89.47	90.89	87.38	89.97
Retenido 36 μ	%	99.14	98.14	99.64	99.56	97.25

Fuente. Elaboración Propia - Granotec S.A.

En la Tabla N° 17, se observa el resultado del análisis granulométrico de todas las premezclas para pan de molde, No se utilizaron los mismos tamices que para la determinación de la granulometría de la harina de trigo porque los análisis se realizaron en instituciones diferentes donde cada empresa recomendó las aberturas de malla a utilizar.

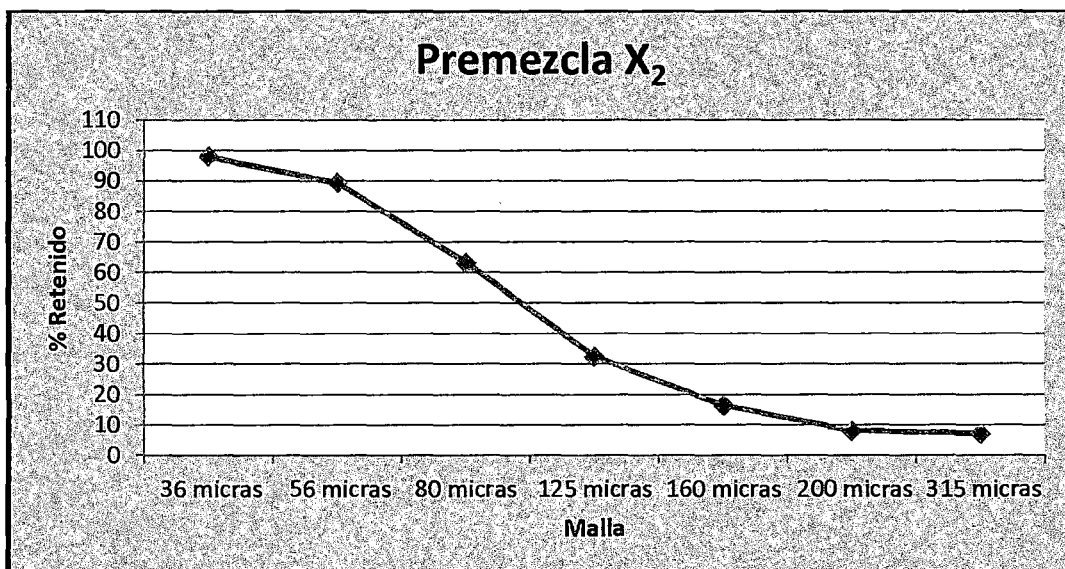
A continuación se presentan las gráficas de las Curvas Granulométricas que caracterizan a cada premezcla, se observó que las gráficas son similares para todos los tratamientos, por lo tanto la goma de tara no influye sobre esta característica.

Figura 9. Curva Granulométrica para la Premezcla Control



Fuente. Elaboración Propia

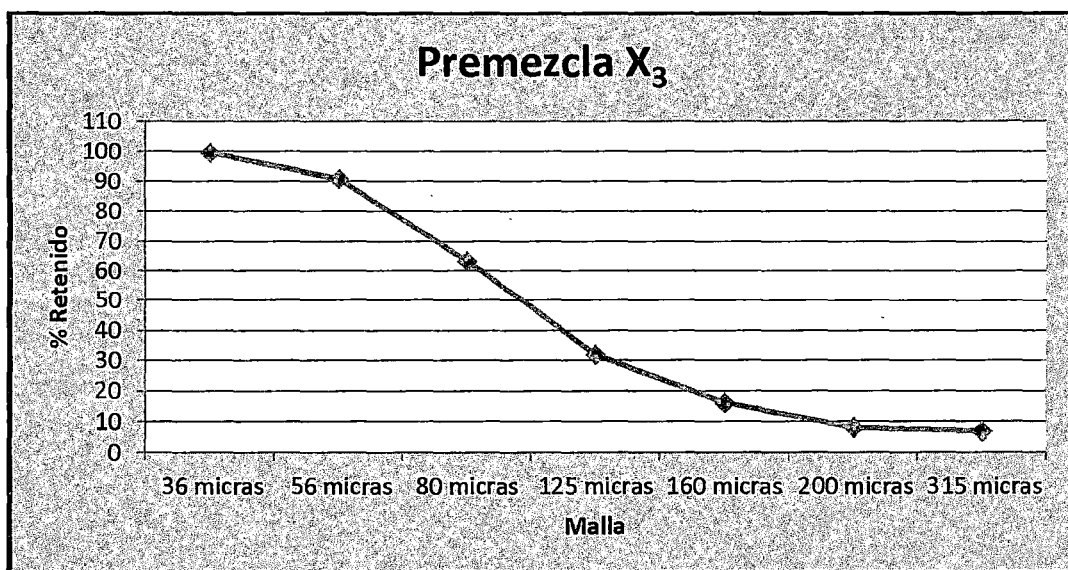
Figura 10. Curva Granulométrica para la Premezcla con 0.3% de goma de tara



Fuente. Elaboración Propia

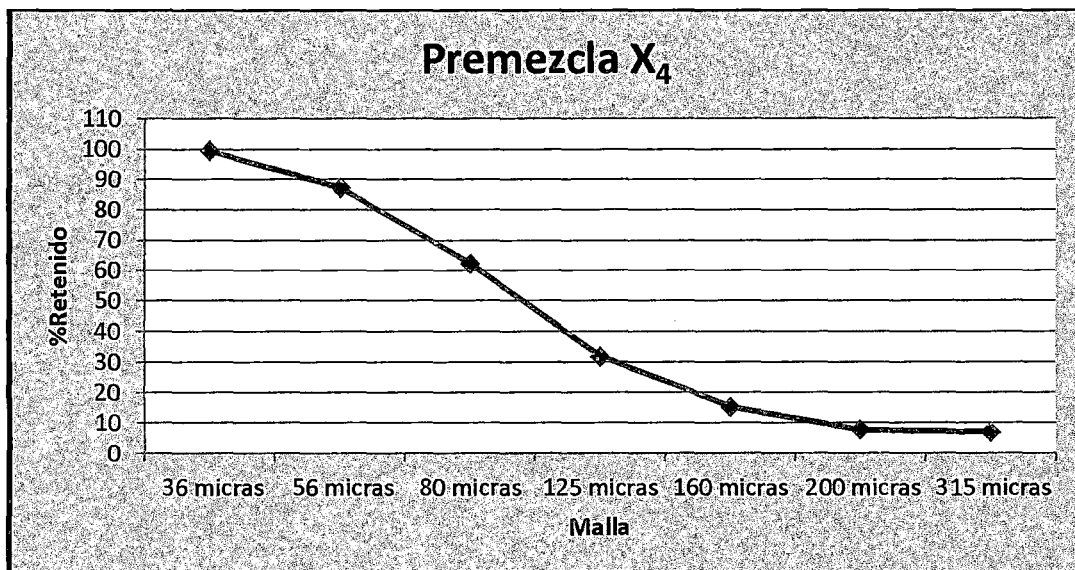


Figura 11. Curva Granulométrica para la Premezcla con 0.5% de goma de tara



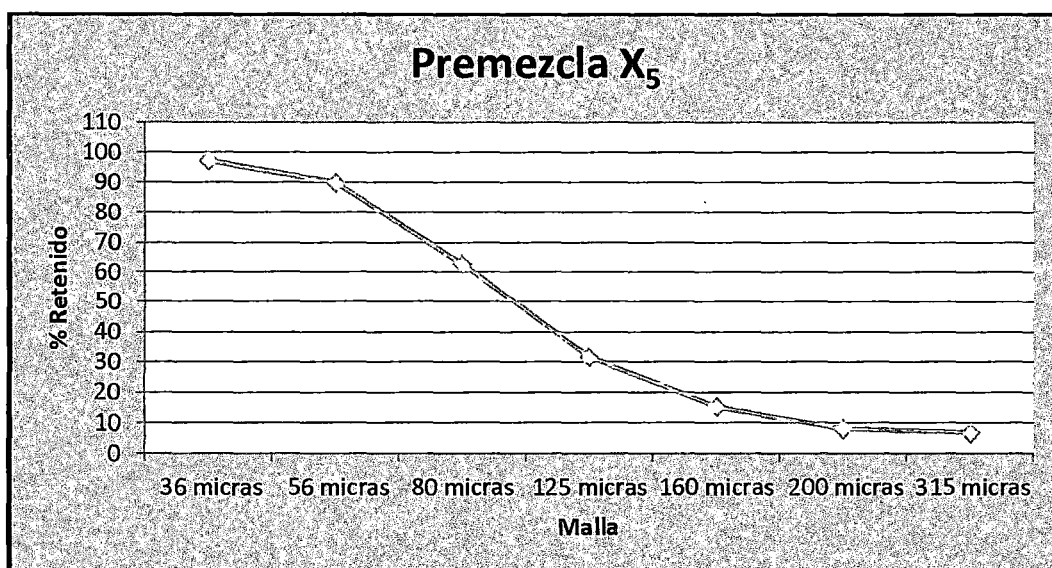
Fuente. Elaboración Propia

Figura 12. Curva Granulométrica para la Premezcla con 0.7% de goma de tara



Fuente. Elaboración Propia

Figura 13. Curva Granulométrica para la Premezcla con 1% de goma de tara



Fuente. Elaboración Propia

#### 4.5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS A LA PREMEZCLA CONTROL Y LAS PREMEZCLAS CON TRATAMIENTO.

Se realizó la determinación de mohos (ufc/g), *Escherichia coli* y *Salmonella*, de todas las premezclas para pan de molde elaboradas.

Según los análisis, todas las premezclas cumplen con los estándares de calidad al estar dentro de los rangos permitidos por la Norma Sanitaria que establece los Criterios microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y Bebidas de Consumo Humano, dadas por DIGESA. Las premezclas que contienen 0.5% y 1% de goma de tara presentan los valores más bajos de mohos, mientras que la premezcla con 0.7% presenta la mayor cantidad de ufc de mohos por gramo.

**Tabla N°18. Análisis Microbiológico de las Premezclas Experimentales**

	Premezcla Control (X <sub>1</sub> )	Premezcla X <sub>2</sub>	Premezcla X <sub>3</sub>	Premezcla X <sub>4</sub>	Premezcla X <sub>5</sub>
<b>Mohos (ufc/g.)</b>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>
<b>E. Coli (NMP/g)</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Salmonella/25g</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente. Elaboración Propia – Laboratorio Microbiología del CET– CERPER

Bustamante (1999), también refleja ausencia total en el caso de Escherichia Coli y Salmonella Spp lo que indica en el producto la ausencia de patógenos o a la demostración de la aplicación de Buenas Prácticas de Higiene. Otro factores relacionados a estos resultados es también la importancia que debemos darle a las características microbiológicas de los productos que forman parte de la pre-mezcla y a la carga microbiana inicial.

#### **4.6. Análisis fisicoquímicos de los panes de molde elaborados a partir de la premezcla control y de las premezclas con tratamiento.**

Se elaboraron panes de molde a partir de cada premezcla con la finalidad de estudiar el efecto de la goma de tara sobre las características de los panes.

En la tabla N° 19 se muestran los resultados de las medidas de los panes de molde elaborados con cada formulación. Se midieron los parámetros de Largo, Ancho y Altura. No existe diferencia significativa en el largo de los panes, mientras que en el ancho si existe una diferencia significativa, siendo los panes elaborados con las premezclas que contienen 0.3%, 0.5% y 0.7% significativamente mas anchos que los panes control y con 1% de goma de tara. Los panes elaborados con la premezcla que contiene 0.5% de

goma de tara tuvieron una altura significativamente mayor respecto al resto, seguidos por los panes elaborados con la premezcla que contiene 0.7% de goma de tara.

Se midió la densidad de los panes elaborados con las premezclas que contienen distintos porcentajes de goma de tara. Los panes elaborados con 0.5% y 0.7% de goma de tara presentaron un volumen significativamente mayor y una densidad significativamente menor que el resto de panes, con una densidad promedio de  $0.12\text{g/cm}^3$  para ambos grupos de panes. No existe diferencia significativa en la densidad de los panes elaborados con 0.3%, 1% de goma de tara y el control. Según Asghar, A. et col (2006), volúmenes de pan demasiado pequeñas dan un grano muy compacto y cerrado mientras que volúmenes de hogaza demasiado grande da una estructura de grano muy abierta. Para Reyes, M. et col (2003), las gomas mejoran el volumen de los panes porque tienen la propiedad de retener el dióxido de carbono producido durante la fermentación.

Tabla N°19. Medidas de los Panes de Molde elaborados a partir de las Premezclas Experimentales.

Tratamiento	LARGO (mm)				ANCHO (mm)				ALTURA (mm)			
	R1	R2	R3	PROM.	R1	R2	R3	PROM.	R1	R2	R3	PROM.
Control	131.25	132.32	131.81	131.79 <sup>a</sup> ±0.539	52.62	55.71	53.28	53.87 <sup>ac</sup> ±1.626	70.92	71.46	67.49	69.95 <sup>a</sup> ±2.156
X <sub>2</sub>	134.14	134.01	133.57	133.91 <sup>a</sup> ±0.299	57.02	56.49	57.0	56.84 <sup>ab</sup> ±0.3	70.63	70.14	70.27	70.35 <sup>a</sup> ±0.254
X <sub>3</sub>	131.34	133.99	133.08	132.80 <sup>a</sup> ±1.348	57.84	57.69	57.24	57.59 <sup>b</sup> ±0.312	88.14	86.87	82.69	85.90 <sup>b</sup> ±2.847
X <sub>4</sub>	137.38	134.26	132.09	134.58 <sup>a</sup> ±2.659	54.71	58.81	54.13	55.88 <sup>ab</sup> ±2.553	78.33	85.86	75.89	80.03 <sup>c</sup> ±5.201
X <sub>5</sub>	137.26	134.84	135.23	135.77 <sup>a</sup> ±1.301	52.14	52.07	53.94	52.72 <sup>c</sup> ±1.061	65.39	66.63	66.75	66.26 <sup>a</sup> ±0.752

Nota: Valores que no comparten letra en una misma columna son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración Propia – (Laboratorio de Química del CET)

Tabla N°20. Densidad de los Panes de Molde Elaborados a partir de las Premezclas Experimentales

Tratamiento	PESO (g)				VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )				DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )			
	R1	R2	R3	PROM.	R1	R2	R3	PROM.	R1	R2	R3	PROM.
Control	86.49	84.87	85.24	85.34 <sup>a</sup> ±1.41	640.0	675.33	651.0	658.25 <sup>a</sup> ±18.0 81	0.14	0.13	0.13	0.133 <sup>a</sup> ±0.017
X <sub>2</sub>	87.72	88.10	87.80	87.86 <sup>b</sup> ±0.376	663.64	657.28	651.98	657.0 <sup>a</sup> ±18.91	0.13	0.14	0.135	0.135 <sup>a</sup> ±0.016
X <sub>3</sub>	87.80	89.45	89.94	88.98 <sup>b</sup> ±1.729	770.0	783.46	765.0	771.25 <sup>b</sup> ±19.8 1	0.11	0.13	0.12	0.12 <sup>b</sup> ±0.010
X <sub>4</sub>	87.20	83.17	83.46	84.37 <sup>a</sup> ±2.25	798.21	787.31	798.29	796.5 <sup>b</sup> ±19.08 5	0.12	0.11	0.13	0.12 <sup>b</sup> ±0.009
X <sub>5</sub>	84.47	85.50	86.15	85.28 <sup>a</sup> ±1.44	595.83	605.14	601.0	601.25 <sup>a</sup> ±12.4 99	0.14	0.15	0.16	0.15 <sup>a</sup> ±0.022

Nota: Valores que no comparten letra en una misma columna son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración Propia – (Laboratorio de Química del CET)

Paralelamente se evaluó los parámetros fisicoquímicos de humedad, acidez, pH y cenizas de los panes de molde con todos los tratamientos experimentales. En la Tabla N° 21 se resumen todos los valores obtenidos.

Los porcentajes de humedad presentaron valores promedios entre 35.387% para los panes control y 38.56% para los panes con 1% de goma de tara, existiendo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ). El tratamiento control es significativamente menor a los demás tratamientos pero no con el tratamiento de 0.3% de goma de tara. La humedad de los panes con 0.3%, 0.5%, 0.7% y 1% de goma no presentan una diferencia estadísticamente significativa.

Respecto a la acidez titulable, este oscila entre 0.104% (%ácido sulfúrico) para los panes con 1% de goma de tara y 0.136% (%ácido sulfúrico) para los tratamientos con 0.3% y 0.5% goma de tara, no existiendo diferencia significativa entre los valores obtenidos. También se realizó la evaluación del potencial de hidrogeniones (pH), a través del método potenciométrico obteniéndose valores de 5.51 para los panes con 1% de goma de tara hasta 5.8 para los panes control, existiendo diferencia significativa entre los datos obtenidos, siendo el pan con 1% de goma de tara significativamente más ácido que el resto de panes.

Así mismo, se realizó la evaluación de la determinación de cenizas donde se obtuvo valores de 2.99% hasta 3.559% para los panes con 1% y 0.7% de goma de tara respectivamente. No existe diferencia significativa entre los datos.

**TABLA N°21. Análisis Físicoquímicos de los Panes de Molde elaborados con las Premezclas Experimentales**

Tratamiento	Humedad (%)	Acidez(%ácido o sulfúrico)	pH	Cenizas (%)
Control (X <sub>1</sub> )	35.387 <sup>a</sup> ± 0.286	0.128 <sup>a</sup> ± 0.014	5.8 <sup>a</sup> ± 0.02	3.303 <sup>a</sup> ± 0.007
X <sub>2</sub>	37.11 <sup>a,b</sup> ± 0.521	0.136 <sup>a</sup> ± 0.028	5.73 <sup>a,b</sup> ± 0.029	3.287 <sup>a</sup> ± 0.159
X <sub>3</sub>	37.547 <sup>b</sup> ± 0.285	0.136 <sup>a</sup> ± 0.014	5.70 <sup>a,b</sup> ± 0.035	3.528 <sup>a</sup> ± 0.116
X <sub>4</sub>	37.73 <sup>b</sup> ± 0.362	0.112 <sup>a</sup> ± 0.037	5.66 <sup>a,b</sup> ± 0.025	3.559 <sup>a</sup> ± 0.275
X <sub>5</sub>	38.56 <sup>b</sup> ± 0.995	0.104 <sup>a</sup> ± 0.022	5.51 <sup>c</sup> ± 0.075	2.990 <sup>a</sup> ± 0.544

Nota: Valores que no comparten letra en una misma columna son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración Propia – (Laboratorio de Química del CET)

#### 4.7. Análisis Microbiológicos de los Panes de Molde Elaborados a partir de la Premezcla Control y las Premezclas con Tratamiento.

Se realizó la determinación de Mohos (ufc/g), y *Aerobios Mesófilos* (ufc/g), de todos los panes elaborados a partir de las premezclas experimentales.

Según los análisis, todas las muestras cumplen con los estándares de calidad al estar dentro de los rangos permitidos por la Norma Sanitaria que establece los Criterios microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y Bebidas de Consumo Humano, dadas por DIGESA.

**Tabla 22. Análisis Microbiológico de los Panes de Molde elaborados a partir de las Premezclas Experimentales**

	Control (X <sub>1</sub> )	Premezcla X <sub>2</sub>	Premezcla X <sub>3</sub>	Premezcla X <sub>4</sub>	Premezcla X <sub>5</sub>
Mohos (ufc/g.)	<10	<10	<10	<10	<10
Aeróbios Mesófilos (ufc/g.)	<10	<10	<10	<10	<10

Fuente. Elaboración Propia – Laboratorio Microbiología del CET



El recuento de Aérobios Mesófilos nos proporciona la idea de la calidad de la materia prima y del proceso de elaboración del producto. Cifras altas hubieran indicado un proceso de alteración del alimento, de igual forma en todas los panes evaluados a distintas concentraciones los resultados fueron la ausencia de Mohos , ya que los existente en las materias primas son eliminados por el proceso de cocción. (Bustamante, 1999).

#### 4.8. Firmeza de de los Panes de Molde elaborados a partir de la Premezcla Control y las Premezclas con Tratamiento.

Se evaluó la firmeza (gf) que presentaron los panes de molde elaborados con las premezclas experimentales. Se realizó las mediciones respectivas al día siguiente de haber sido elaborados (Día 1), a los 7 días y a los 14 días de su elaboración. En la Tabla N°23 se muestran los valores promedio obtenidos para cada tratamiento.

**Tabla N°23. Firmeza (gf) de los Panes de Molde elaborados a partir de las Premezclas Experimentales**

Tratamientos	Día 1	Día 7	Día 14
Control (X <sub>1</sub> )	375.21 <sup>ab</sup> ± 34.23	971.92 <sup>a</sup> ± 43.40	1050.59 <sup>a</sup> ± 31.26
X <sub>2</sub>	351.30 <sup>b</sup> ± 46.67	936.52 <sup>a</sup> ± 67.25	996.63 <sup>a</sup> ± 0.90
X <sub>3</sub>	186.68 <sup>c</sup> ± 20.97	680.32 <sup>b</sup> ± 22.46	777.88 <sup>b</sup> ± 24.11
X <sub>4</sub>	242.70 <sup>c</sup> ± 43.97	659.49 <sup>b</sup> ± 41.44	1300.70 <sup>c</sup> ± 88.30
X <sub>5</sub>	422.10 <sup>a</sup> ± 22.93	1295.28 <sup>c</sup> ± 69.29	1656.22 <sup>d</sup> ± 64.19

Nota: Valores que no comparten letra en una misma columna son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración Propia – (Molitalia S.A.)

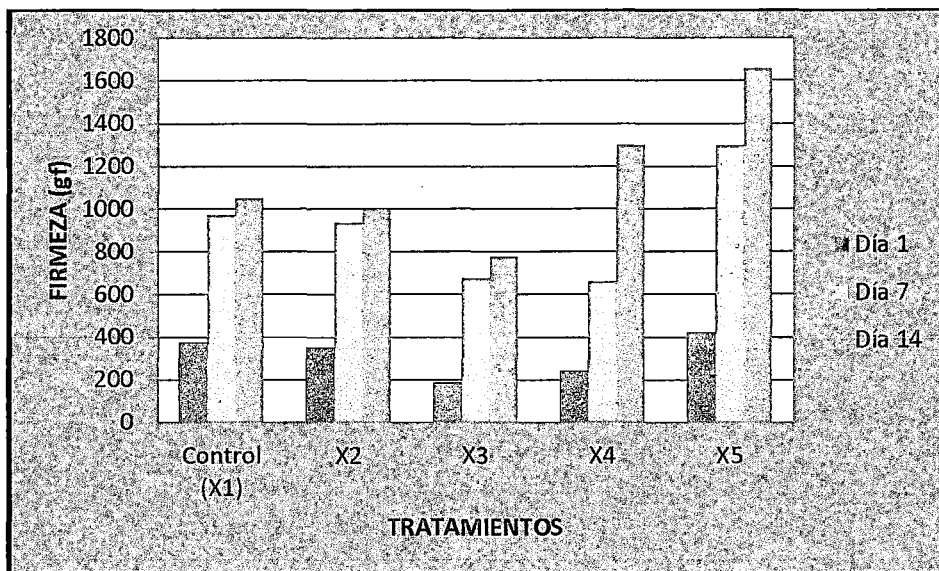
En el Día 1, existió diferencia significativa entre los valores obtenidos ( $P=0.00$ ). El pan control presentó una firmeza de 375.21 gf, a medida que aumentó la concentración de goma de tara la firmeza disminuyó hasta 186.68g para los panes con 0.5% de goma de tara para luego volver a aumentar hasta 422.1gf para los panes con 1% de goma de tara. No existe diferencia significativa entre los panes control y los panes con 0.3% y 1% de goma, tampoco existe diferencia significativa entre los panes con 0.5% y 0.7% de goma, sin embargo ambos son significativamente menos resistentes a la compresión que el resto de panes. En la Figura N°9 se observa más claramente la tendencia que sigue la firmeza de los panes respecto a los tratamientos.

En el día 7, existió diferencia significativa entre los valores obtenidos ( $P=0.000$ ). A medida que pasaron los días la firmeza de todos los panes aumento en general, pero siguiendo la misma tendencia de disminuir a medida que aumentaba la concentración de goma de tara, desde 971.92 gf para los panes control hasta 659.49 gf para los panes con 0.7% de goma de tara, para luego aumentar a 1295.28g cuando el % de goma de tara fue de 1%. No existe diferencia significativa entre los panes control y los elaborados con 0.3% de goma de tara, los panes con 1% de goma fueron significativamente más resistentes a la compresión que el resto de panes, mientras que los panes más suaves son los elaborados a partir de las premezclas con 0.5% y 0.7% de goma (no existe diferencia significativa entre estos tratamientos). En la figura 9 se observa claramente la tendencia que sigue la firmeza de los panes respecto de los tratamientos.

En el día 14, existió diferencia significativa entre los valores obtenidos ( $P=0.000$ ). La firmeza de los panes aumento respecto al día 7, siguiendo la misma tendencia de disminuir a medida que aumentaba la concentración de goma de tara, desde 1050.59gf

para los panes control hasta 777.88gf para los panes con 0.5% de goma de tara, para luego aumentar a 1656.22gf cuando el porcentaje de goma de tara fue de 1%. No existe diferencia significativa entre los panes control y los elaborados con 0.3% de goma de tara, los panes con 1% de goma fueron significativamente más resistentes a la compresión que el resto de panes, mientras que los panes más suaves son los elaborados a partir de la premezcla con 0.5%. En la gráfica 9 se observa claramente la tendencia que sigue la firmeza de los panes respecto de los tratamientos.

**Figura N°14. Diagrama de Barras para la Firmeza de los Cinco Tratamientos en el Primer, Séptimo y Décimo Cuarto Día.**



Fuente. Elaboración Propia

Según Lallemand Inc. (1996), la firmeza de la Miga es causada por cambios en la estructura del Almidón. Los ingredientes que contribuyen a mejorar el volumen del pan y aumentan la absorción inhiben el envejecimiento. La goma de tara mejoró el volumen de los panes, por lo tanto ayuda a retardar el envejecimiento.

Para Chinachoti (2003), la firmeza del pan es un indicador de frescura y esta se ve afectada por el envejecimiento, los hidrocoloides pueden modificar las propiedades reológicas del almidón y prolongar la vida útil del pan.

Tavakolipour H. y KalbasiAshtari A. (2006) encontró que el pan hecho de la harina Sorkheh sin hidrocoloide requiere más de 6N fuerza de corte debido al proceso de envejecimiento. Vásquez L. (2006), estudio el efecto de la goma Xantana en masas de trigo, y reporto que la adición de goma favoreció las características de textura del pan hasta con 0.4%. Villagómez, D. et col. (2006) observó que la tasa de incremento en dureza del pan fue menor para los tratamientos con goma de mezquite en comparación con CMC y HPC, sobresaliendo la concentración de 1% presentando el pan correspondiente una suavidad aceptable después de 15 días de almacenamiento.

#### **4.9. Velocidad de pérdida de humedad**

Se estudió el contenido de humedad que tuvieron los panes de molde elaborados a partir de cada premezcla experimental durante su almacenamiento y como fue variando para cada tratamiento.

Tabla N°24. Humedad (%) Promedio de los panes de molde durante el Almacenamiento

Tratamientos	Días												
	0	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
Control (X <sub>1</sub> )	35.387± 0.286	34.567±0 .764	34.42± 0.614	34.123±0 .242	34.078±0 .648	33.72±0 .385	33.227± 1.1	32.987±1 .125	32.433± 1	31.02±0 403	30.123±1 .515	30.11± 1.5	30±0.524
X <sub>2</sub>	37.11± 0.521	36.35±0 .189	36.178±0 .945	35.898±0 .432	35.79± 0.1	35.56±0 .298	34.958±0 .867	34.781 +0.613	34.223±0 .755	33.001±1 .752	32.19 +0.537	32.06±0 346	31.889±0 942
X <sub>3</sub>	37.547± 0.285	37.253±0 .076	37.047±0 .815	36.83±0 .667	36.633±0 .28	36.31±0 .42	36.21±1.2 .37	35.417±0 .355	34.88±0 .943	34.82±1 .299	34.133±0 .274	34.117±1 .421	34.106±1 201
X <sub>4</sub>	37.73± 0.362	37.156±0 .207	36.123±1 .654	34.77±0 .533	34.62±0 .245	34.307±0 .814	34.117±1 .984	33.933±0 .324	33.62±0 .159	33.08±0 .665	33.245± 1.99	32.18±1 555	32.15±1.3 62
X <sub>5</sub>	38.56± 0.995	37.518±0 .334	36.26±1 .973	35.2± 0.042	34.797±0 .983	34.227±0 .882	34.06±0.3 .96	33.883±0 .705	33.755±0 .296	33.54±1 .088	31.93±1 .882	31.83±0 237	31.7±0.68 6

Fuente. Elaboración Propia - CET

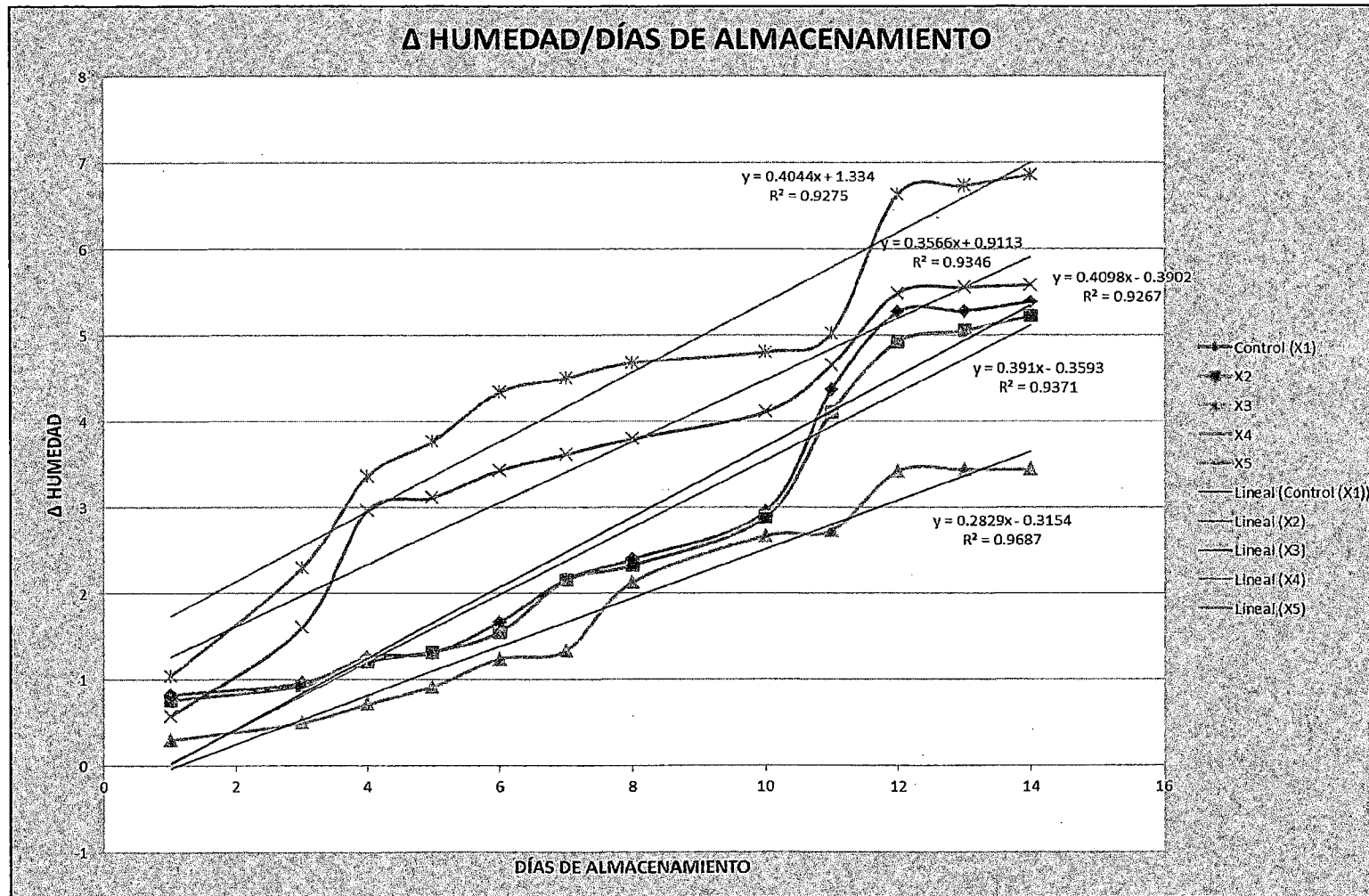
Tabla N°25. Variación del % de Humedad de los panes de molde durante el Almacenamiento

Tratamientos	Días											
	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
Control (X <sub>1</sub> )	0.82 <sup>a</sup>	0.967	1.264	1.309	1.667	2.16 <sup>a</sup>	2.4	2.954	4.367	5.264	5.277	5.387 <sup>a</sup>
X <sub>2</sub>	0.76 <sup>b</sup>	0.932	1.212	1.32	1.55	2.152 <sup>b</sup>	2.329	2.887	4.109	4.92	5.05	5.221 <sup>a</sup>
X <sub>3</sub>	0.294 <sup>c</sup>	0.5	0.717	0.914	1.237	1.337 <sup>c</sup>	2.13	2.667	2.727	3.414	3.43	3.441 <sup>b</sup>
X <sub>4</sub>	0.574 <sup>d</sup>	1.607	2.96	3.11	3.423	3.613 <sup>d</sup>	3.797	4.11	4.65	5.485	5.55	5.58 <sup>a</sup>
X <sub>5</sub>	1.042 <sup>e</sup>	2.3	3.36	3.763	4.333	4.5e <sup>e</sup>	4.677	4.805	5.02	6.63	6.73	6.86c

Nota: Valores que no comparten letra en una misma columna son significativamente diferentes.

Fuente. Elaboración Propia - CET

FIGURA N°15. CURVA DE Δ HUMEDAD Vs DÍAS DE ALMACENAMIENTO PARA CADA TRATAMIENTO



En la Tabla N°24 se detalla el contenido de humedad promedio de todos los panes de molde por cada tratamiento durante los 14 días de almacenamiento. A medida que pasan los días la humedad de todos los panes disminuye, al final de la prueba la humedad final de los panes fue de  $30 \pm 0.524$ ,  $31.889 \pm 0.942$ ,  $34.106 \pm 1.201$ ,  $32.15 \pm 1.362$ , y  $31.7 \pm 0.686$  para el tratamiento control, con 0.3% de goma, 0.5%, 0.7% y 1% respectivamente.

En la Tabla N°25 figura la variación de la humedad durante todos los días de almacenamiento respecto a la humedad inicial para cada tratamiento. En el primer día de almacenamiento, todos los tratamientos presentaron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), siendo el tratamiento con 1% de goma de tara el que perdió mayor contenido de humedad inclusive más que el pan elaborado con la premezcla control, mientras que el pan elaborado con 0.5% de goma de tara presentó la menor variación de humedad.

En el día 7 de almacenamiento, la comparación de los tratamientos presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ), entre el tratamiento control y el tratamiento con 0.3% de goma de tara no existe diferencia significativa, el tratamiento con 1% de goma de tara es significativamente mayor al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento con 0.5% de goma es significativamente menor a los demás.

En el día 14, también se presentó diferencia estadísticamente significativa en la comparación de los tratamientos ( $P < 0.05$ ). Los panes preparados a partir de la premezcla con 0.5% de goma de tara presentaron una menor variación de la humedad hasta el último día de almacenamiento. Los panes con mayor variación de humedad al día 14 fueron los elaborados a partir de la premezcla con 1% de goma de tara. No

existió diferencia significativa entre los tratamientos control, con 0.3% y 0.7% de goma de tara.

Para Asghar, A. et col (2006), el contenido de humedad del pan después de la cocción indica la calidad y puede ser directamente correlacionada a la vida en almacenamiento del producto, una superior retención de la humedad en el pan es económico y también necesario para alargar la vida útil. El mayor contenido de humedad podría deberse a la mayor cantidad de agua necesaria para la formación de la masa al estar presente una sustancia hidrofílica como un hidrocólido y/o a un incremento en la retención del agua en la estructura de la miga y a una mejor distribución de ésta (Armero y Collar, 1996; Eidam *et al.*, 1995).

Guarda A. et col (2004), señalan que todos los hidrocóloides son capaces de reducir la pérdida de humedad durante el almacenamiento de los panes, reduciendo la deshidratación de la miga. La goma al ser hidrofílica esta ligada al agua por medio de enlaces de puentes de hidrógeno, a mayor contenido de goma mayor superficie de contacto con el agua y mayor cantidad de multicapas de moléculas formadas, por lo tanto la pérdida debido a la competencia con el almidón y otros componentes será también mayor.

En la figura N° 10 se observan las gráficas de Variación de humedad/tiempo (días) para cada tratamiento experimental, a las cuales se les hizo un ajuste lineal. La gráfica que presenta una menor pendiente (0.2829) y un valor de  $R^2$  más cercano a 1 (0.9687) es la representada por el tratamiento con 0,5% de goma de tara.



Villagómez, D. et col (2001) en su estudio del efecto de la goma mezquite en comparación de otros hidrocoloides sobre el pan danés, también encontró que la pérdida de humedad siguió un modelo lineal con un coeficiente de correlación de 0.87 a 0-99 ( $p < 0.05$ ).

#### 4.10. Análisis Sensorial

Los panes se evaluaron con ayuda de una escala hedónica de 5 puntos; se calificaron las características del pan relacionadas con la humedad (Ver Anexo 9).

En la Tabla N°26 se observan los resultados de análisis sensorial cuando el producto tenía un día de elaborado.

**TABLA N°26. Datos Promedio del Análisis Sensorial de los Panes elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día de Elaborados**

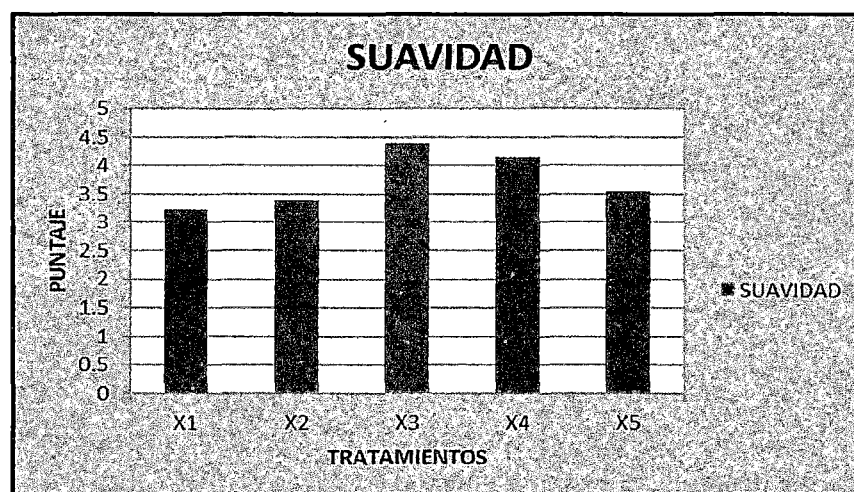
TRATAMIENTOS	SUAVIDAD	HUMEDAD	ESPONJOSIDAD	SABOR.	ASPECTO GENERAL
Control ( $X_1$ )	3.228 <sup>a</sup> ± 0.77	3.428 <sup>a</sup> ± 1.145	3.714 <sup>a</sup> ± 1.016	3.514 <sup>a</sup> ± 1.011	3.257 <sup>a</sup> ± 1.245
$X_2$	3.4 <sup>a</sup> ± 0.604	3.457 <sup>a</sup> ± 1.01	3.914 <sup>ab</sup> ± 0.742	3.914 <sup>a</sup> ± 0.919	3.286 <sup>a</sup> ± 1.25
$X_3$	4.4 <sup>b</sup> ± 0.497	4.542 <sup>b</sup> ± 0.611	4.428 <sup>c</sup> ± 0.502	3.657 <sup>a</sup> ± 1.055	3.8 <sup>a</sup> ± 1.132
$X_4$	4.142 <sup>b</sup> ± 0.55	4.114 <sup>b</sup> ± 0.583	4.314 <sup>bc</sup> ± 0.471	3.714 <sup>a</sup> ± 0.788	3.771 <sup>a</sup> ± 1.06
$X_5$	3.543 <sup>a</sup> ± 0.561	4.114 <sup>b</sup> ± 0.631	3.914 <sup>ab</sup> ± 0.562	4.057 <sup>a</sup> ± 0.937	3.971 <sup>a</sup> ± 0.937

Nota: Valores que no comparten letra en una misma columna son significativamente diferentes.  
Fuente. Elaboración Propia

En la figura N° 16, se muestra la gráfica de los puntajes promedios para el parámetro Suavidad. Los panelistas otorgaron un mayor puntaje a los panes elaborado a partir de las premezclas con 0.5% de goma de tara, seguido de los panes con 0.7% de goma, no

existiendo diferencia significativa entre ambos puntajes. Por otro lado, los panes control obtuvieron el menor puntaje, no existiendo diferencia significativa con los panes elaborados a partir de los tratamientos con 0.3% y 1% de goma.

**Figura N°16. Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Suavidad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día**

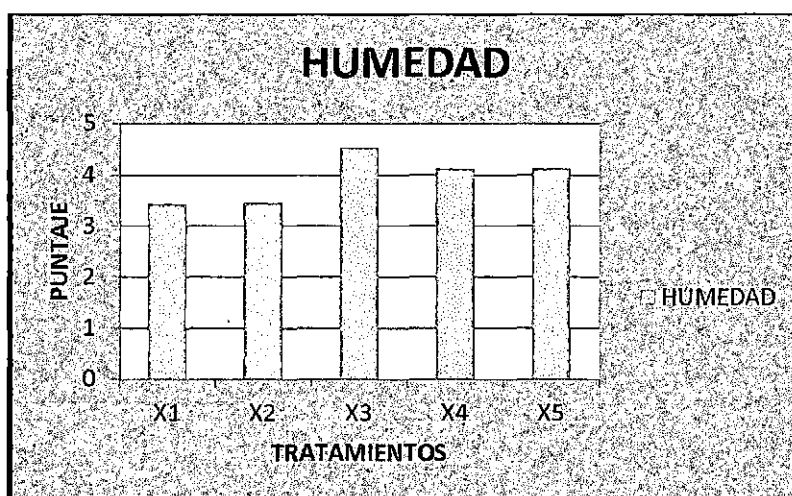


Fuente. Elaboración Propia

Rojas et. Col (2000) al estudiar el efecto de los hidrocoloides sobre la masa y la calidad del pan fresco y almacenado, concluyeron que no puede atribuirse un efecto general a los hidrocoloides sobre suavidad, debido a que cada efecto está relacionado a un hidrocoloide en específico, esto es más complicado cuando los hidrocoloides provienen de fuentes naturales, como la goma de tara, ya que se tiene una mayor variación debido al origen y proceso de obtención y a la estructura química, es por ello que se encuentran diferentes efectos al variar el tipo y concentración de hidrocoloide.

En la figura N°17 se tiene la gráfica de puntajes promedio para el parámetro Humedad, Los panes con 0.5% de goma de tara obtuvieron el mejor puntaje, seguido de los panes elaborados con 0.7 y 1% de goma, no existiendo diferencia significativa. Los panes control obtuvieron el menor puntaje, no existiendo una diferencia significativa entre el tratamiento control y con 0.3% de goma de tara.

**Figura N°17. Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Humedad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día**



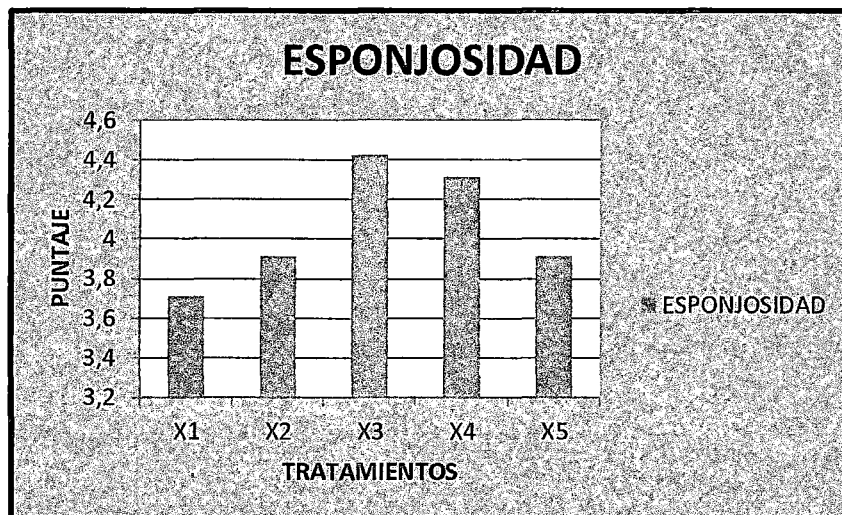
Fuente. Elaboración Propia

Collar et col (1999), señalan que todos los hidrocoloides son capaces de reducir la pérdida de humedad durante el almacenamiento de los panes, reduciendo la deshidratación de la miga. El contenido en agua de las diferentes partes de un pan fresco muestra que éste no está uniformemente repartido ni en la corteza ni en la miga. De acuerdo con Elliason y Larsson (1993) los cambios que ocurren durante el envejecimiento del pan no son dependientes de la pérdida de agua, sin embargo el

envejecimiento puede incrementarse si existe salida de agua durante el almacenamiento.

En la figura N°18 se muestra la gráfica de los puntajes promedio del parámetro esponjosidad dadas por los panelistas durante la prueba. El mejor puntaje lo obtuvo el pan con el tratamiento de 0.5% de goma de tara, seguido del pan con 0.7% de goma, no existiendo diferencia estadística entre ambos. El menor puntaje lo obtuvieron los panes control, no habiendo una diferencia significativa con los tratamientos con 0.3 y 1% de goma.

**Figura N°18. Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Esponjosidad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día**



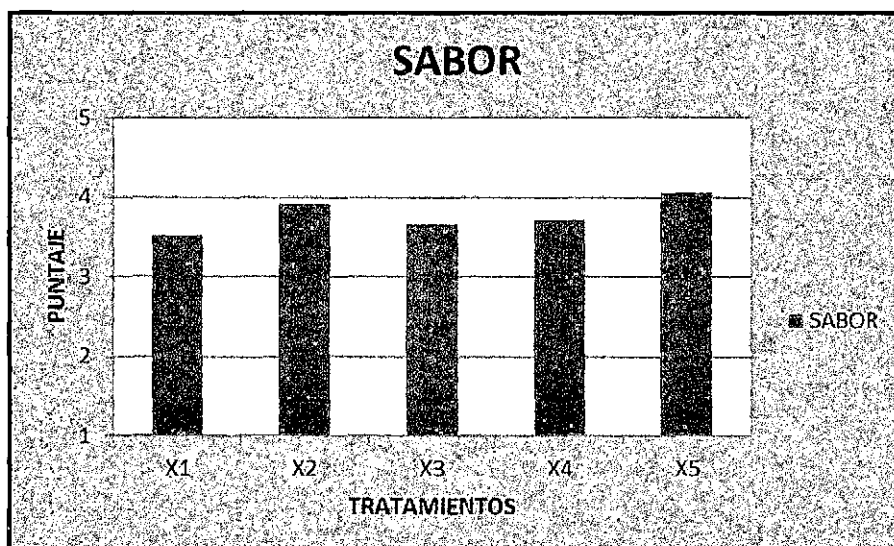
Fuente. Elaboración Propia

Rosell et col (2001), en su trabajo de investigación mostró que la adición de goma xantana mejoró el volumen y la esponjosidad de panes solo hasta un 0.3%

probablemente porque a mayores concentraciones, el hidrocoloide disminuye la extensibilidad de la masa panadera. Lo mismo ocurre con la goma de tara, donde al reducirse la extensibilidad, los alveolos que se forman son más pequeños y el pan se siente menos esponjoso.

En la figura N° 19, se muestra los puntajes promedios para el parámetro de sabor. El mayor puntaje lo obtuvieron los panes elaborados con el tratamiento que contiene 1% de goma de tara, el menor puntaje fue para los panes control. Sin embargo, no existió diferencia significativa entre los cinco tratamientos. Esto se debe a que la goma de tara es inodora por lo tanto no influye sobre el sabor.

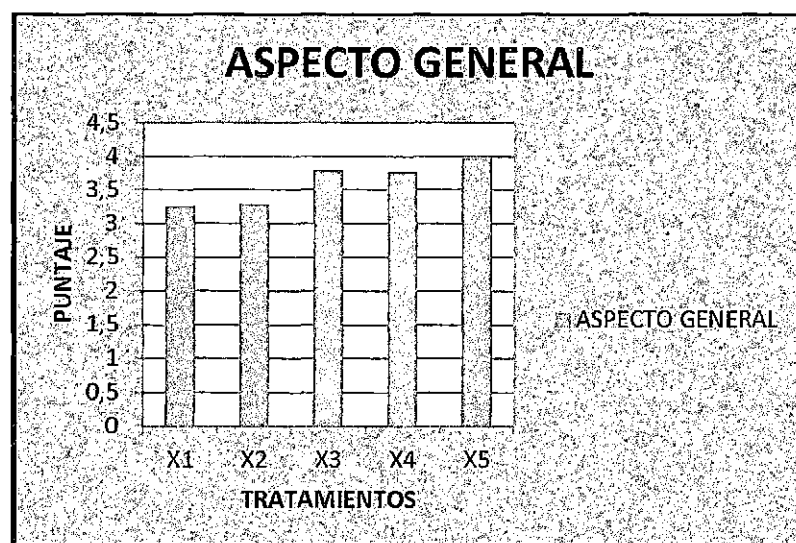
**Figura N°19. Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Sabor dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día**



Fuente. Elaboración Propia

En la figura N°20 se muestra los puntajes para el parámetro Aspecto General. El mayor puntaje lo obtuvieron los panes con 1% de goma de tara, el menor puntaje lo obtuvieron los panes control. Sin embargo, no existió diferencia significativa entre los cinco tratamientos. Esto nos indica que la goma no afectó la apariencia según la percepción de los panelistas.

**Figura N°20. Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Aspecto General dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Primer Día**



Fuente. Elaboración Propia

Esto se debe a que la goma de tara, al igual que todos los hidrocoloides, es inodora y no tiene un sabor característico, por lo tanto no afecta el sabor de los alimentos al utilizarla como aditivo

En la Tabla N°27 se muestran los resultados del análisis sensorial al séptimo día de elaborados los panes.

**TABLA N°27. Datos Promedio del Análisis Sensorial de los Panes elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día de Elaborados**

TRATAMIENTOS	SUAVIDAD	HUMEDAD	ESPONJOSIDAD	SABOR	ASPECTO GENERAL
Control ( $X_1$ )	3.0 <sup>a</sup> ± 1.188	2.743 <sup>a</sup> ± 1.146	2.886 <sup>a</sup> ± 0.867	3.571 <sup>a</sup> ± 0.948	3.343 <sup>a</sup> ± 1.037
$X_2$	3.086 <sup>a</sup> ± 0.818	3.143 <sup>a</sup> ± 0.733	3.143 <sup>a</sup> ± 0.879	3.314 <sup>a</sup> ± 1.022	3.429 <sup>a</sup> ± 1.037
$X_3$	3.771 <sup>b</sup> ± 1.114	4.0 <sup>b</sup> ± 1.0	4.086 <sup>b</sup> ± 1.039	3.6 <sup>a</sup> ± 1.006	3.571 <sup>a</sup> ± 1.092
$X_4$	3.914 <sup>b</sup> ± 1.067	3.886 <sup>b</sup> ± 0.9	3.85 <sup>b</sup> ± 1.033	3.714 <sup>a</sup> ± 0.859	3.714 <sup>a</sup> ± 1.178
$X_5$	2.314 <sup>c</sup> ± 0.963	3.171 <sup>a</sup> ± 1.2	2.885 <sup>a</sup> ± 0.887	3.771 <sup>a</sup> ± 1.113	3.886 <sup>a</sup> ± 0.993

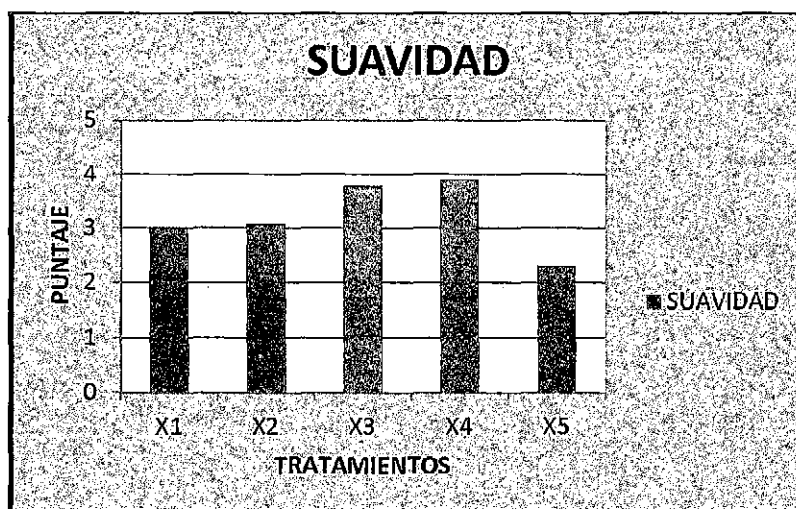
Nota: Valores que no comparten letra en una misma columna son significativamente diferentes.

Fuente. Elaboración Propia

En la figura N° 21, se muestra la gráfica de los puntajes promedios para la Suavidad. Los panelistas dieron un mayor puntaje a los panes elaborado a partir de las premezclas con 0.7% de goma de tara, seguido de los panes con 0.5% de goma, no existiendo diferencia significativa entre ambos puntajes. Por otro lado, los panes con el tratamiento de 1% de goma obtuvieron la menor puntuación, no existiendo diferencia significativa con los panes elaborados a partir de los tratamientos control y con 0.3% de goma.

No existe una tendencia clara de porque las gomas reducen la firmeza solo hasta ciertas concentraciones, además durante el almacenamiento la suavidad disminuye respecto al primer día de evaluación posiblemente por la pérdida de agua de la miga hacia la corteza y del almidón hacia el gluten pero la principal causa es la retrogradación del almidón. (Pizza y Massi, 1995).

**Figura N°21. Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Suavidad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día**



Fuente. Elaboración Propia

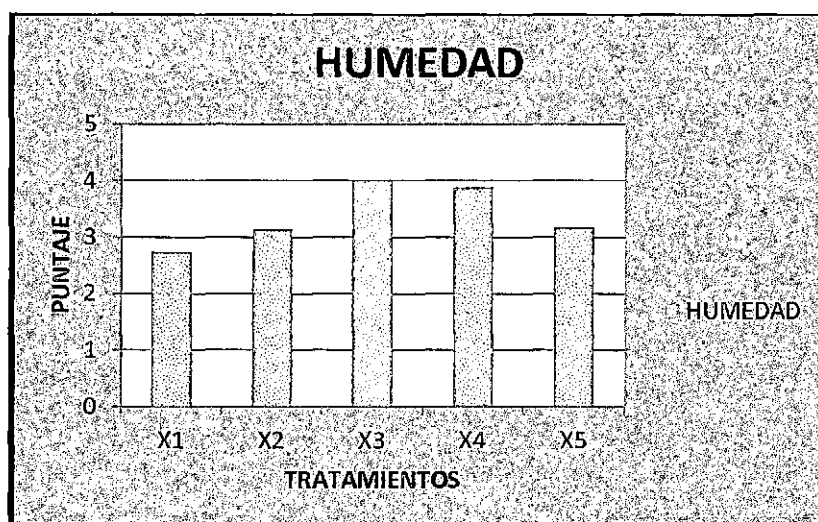
En la figura N°22 se tiene la gráfica de puntajes promedio para la Humedad. Los panes con 0.5% de goma de tara obtuvieron el mejor puntaje, seguido de los panes elaborados con 0.7% de goma, no existiendo diferencia significativa entre ambos tratamientos. Los panes control obtuvieron el menor puntaje, no existiendo una diferencia significativa entre el tratamiento control y con 0.3% de goma de tara.

Al igual que en el primer día, los panes más húmedos fueron aquellos con 0.5% de goma a partir de este nivel, a mayor concentración este atributo disminuye. Según Acosta, S. (2001), la redistribución del agua también se efectúa entre corteza y miga dando como resultado cambios en el comportamiento reológico de ambas. En un pan fresco la corteza es crujiente, mientras que en el pan viejo es suave y gomosa. Por otro lado la miga es suave y húmeda en el pan fresco y seca y dura en el pan viejo. La



razón de estos cambios es que agua migra de la miga a la corteza y de la corteza al ambiente, haciendo que la corteza pase de un estado vítreo a un estado gomoso, y que la miga cambio de un estado gomoso a uno vítreo.

**Figura N°22. Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Humedad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día**

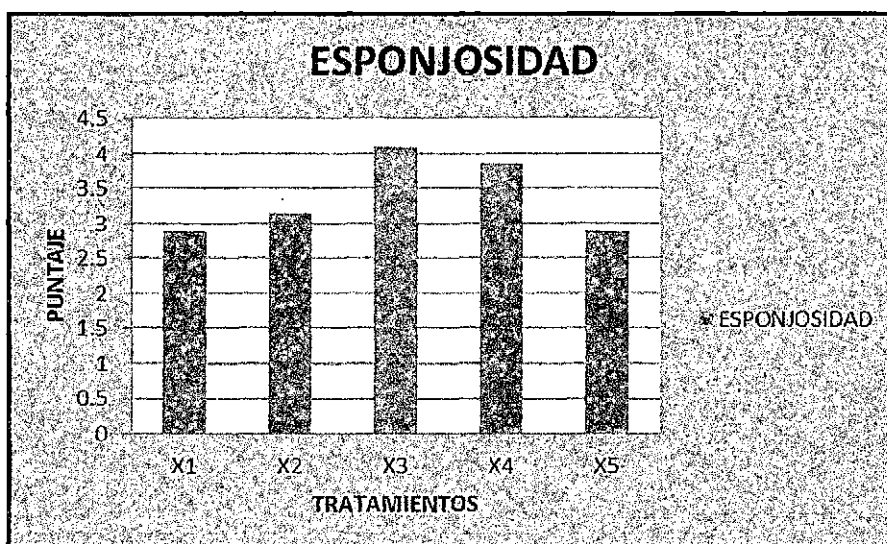


Fuente. Elaboración Propia

En la figura N°23 se muestra la gráfica de los puntajes promedio del parámetro esponjosidad dadas por los panelistas durante la prueba. El mejor puntaje lo obtuvo el pan con el tratamiento de 0.5% de goma de tara, seguido del pan con 0.7% de goma, no existiendo diferencia estadística entre ambos. El menor puntaje lo obtuvieron los panes control, no habiendo una diferencia significativa con los tratamientos con 0.3 y 1% de goma.

Se observó que a niveles mayores de 0.5% de goma, aún en el séptimo día, las masas tienden a la disminución de la esponjosidad, posiblemente por la reducción de la extensibilidad de las masas y la disminución del volumen de los panes.

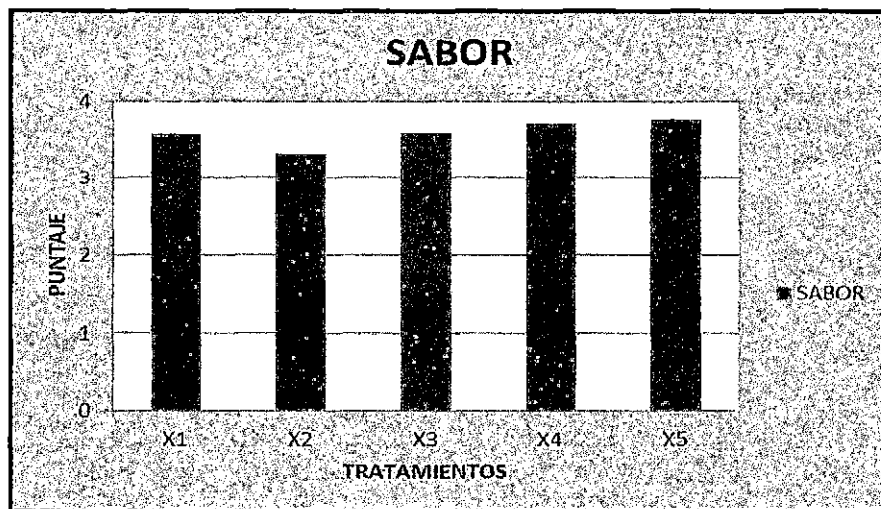
**Figura N°23. Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Esponjosidad dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día**



Fuente. Elaboración Propia

En la figura N° 24, se muestra los puntajes promedios para el sabor. El mayor puntaje lo obtuvieron los panes elaborados con el tratamiento que contiene 1% de goma de tara, el menor puntaje fue para los panes con 0.3% de goma de tara. Sin embargo, no existió diferencia significativa entre los cinco tratamientos.

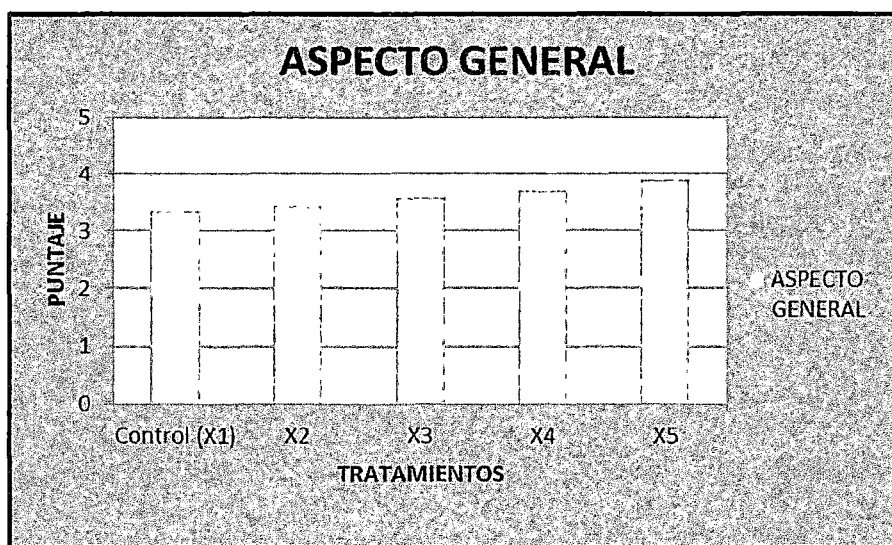
**Figura N°24. Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Sabor dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día**



Fuente. Elaboración Propia

En la figura N°20 se muestra los puntajes para el parámetro Aspecto General. El mayor puntaje lo obtuvieron los panes con 1% de goma de tara, el menor puntaje lo obtuvieron los panes control. Sin embargo, no existió diferencia significativa entre los cinco tratamientos. Esto nos indica que la goma no afectó la apariencia según la percepción de los panelistas.

**Figura N°25. Diagrama de Columnas de los Puntajes Promedios de Aspecto General dado por los Panelistas para los Panes Elaborados con los Cinco Tratamientos al Séptimo Día**



Fuente. Elaboración Propia

Las pruebas sensoriales no se realizaron en el día 14 porque el producto no presentaba condiciones adecuadas para el consumo humano, al día 13 se observó presencia de mohos en algunos panes y además se encontraban completamente secos.

Es importante mencionar, que los resultados y análisis de los mismos están referidos a la propiedad de la goma de retener humedad, y mejorar la calidad de los panes, sin embargo el fenómeno del envejecimiento incluye otros aspectos como la retrogradación del almidón, la pérdida de sabor y aromas, etc., que también van a influenciar sobre la calidad de los panes de molde.

## CAPITULO V

### DISCUSIONES

4.1 Los resultados alveográficos y consistrográficos están estrechamente relacionados entre sí, ambos resultados nos proporcionan la información sobre las características reológicas de la harina en estudio.

El valor HYDHA b15, representa la hidratación de la harina en una base de 15% de humedad y los resultados en la experiencia fueron aumentando desde la formulación control hasta la goma de tara de 1% (54 hasta 54.7%). Torres (2006), indica que los hidrocoloides pueden modificar las propiedades reológicas del almidón (Christianson et al., 1981) y prolongar la vida útil del pan (Schiraldi et al., 1996). Rojas et al.(2000), al estudiar el k-carragenato, goma xantana, alginato, HPMC, encontraron que el empleo de hidrocoloides aumenta la absorción de agua durante el amasado, lo cual puede deberse al gran número de grupos hidroxilo que presentan los hidrocoloides, los cuales facilitan la unión de las moléculas de agua, atranpándolas.

El valor PrMax y TPmax están referidos al Valor de la presión y al tiempo del valor de la presión que soporta la masa sin romperse, como se observa los resultados correspondientes a las concentraciones de 0.3% y 0.5% oscilan entre 2134 Mb, 112 s y 2264 Mb, 118s respectivamente, sin embargo se evidencia un decrecimiento de estos valores para las concentraciones 0.7% (2162 Mb, 124 s) y 1% (2189 Mb, 128 s), lo que hace notar que a

medida que se aumenta la concentración de goma, la masa se vuelve más rígida. La tolerancia al amasado (Tol) coincide con la altura de la curva media en el punto de ruptura de la masa, todas las muestras en el estudio presentan valores mayores con respecto a la muestra control. Los valores D250 y D450 representan el decaimiento de la masa medido a los 250 y 450 segundos y están relacionados directamente con el valor de TP<sub>rmax</sub>.

Los análisis alveográficos son interpretados por cada indicador siendo así el valor P el cual está ligada a la absorción de agua de la harina; estos resultados nos dan la idea de la fuerza necesaria para hinchar la masa. Un valor elevado de P equivale a una absorción alta de agua, en este caso se observó que con respecto al control las cifras crecieron desde 93 a 100 mm, pues como se mencionó al inicio Torres L.(2006) indica que los hidrocoloides pueden modificar las propiedades reológicas del almidón. Cuando una harina presenta valores de tenacidad (P) muy altos (correspondientes a las gluteninas), esto refleja cierta dificultad para retener el CO<sub>2</sub> producido por las levaduras durante la fermentación de una masa, es decir, que la red formada por el gluten es demasiado tenaz, se diría que no es estable a la fermentación, de esto podemos indicar que una concentración de 1% de goma de tara en la formulación podría resultar perjudicial en el proceso de elaboración del pan de molde, ya que su valor se aleja del valor control. Si nos referimos a la extensibilidad (L) de la harina, mide la capacidad de la masa para ser estirada, está en relación con la capacidad de retención del gas producido durante la fermentación. Ferreros (2009) indica que cuando son muy altos los valores de hinchamiento (G) o extensibilidad (L) se estaría ante una masa muy extensible que podría retener CO<sub>2</sub>, no tendría estructura y se deformaría fácilmente.

Lopez (2008), señala que los valores de W pueden oscilar entre 300-500, a mayor valor de W, mas resistencia ofrece la masa, estaríamos hablando de harinas con fuerza, el valor de este indicador para la harina control corresponde a 310 aumentando para las

concentraciones de 0.3% y 0.5% hasta 317 y 315, valores que no son diferentes significativamente entre ellos, pero este valor decae para las concentraciones de 0.7% y 1% hasta 286 y 295 respectivamente, lo que indicaría que las primeras concentraciones antes mencionadas ofrecen harinas con una mayor fuerza.

Asimismo, Lopez (2008) indica que el valor P/L puede oscilar entre 0,2 y 2. Cuanto más bajo sea el valor más elástica puede resultar una masa, en los resultados tenemos valores desde 1.02, 1.07 hasta 1.39, el valor P/L es de 1.11, el valor que más se acerca corresponde a la concentración de 0.3% y 0.7%, Tejeros (2003) menciona que cuando el valor P/L es elevado, provocará problemas durante el amasado y al menor estiramiento de la masa esta se desgarrará.

Cabe mencionar que al incorporarse hidrocoloides a la elaboración de la masa se podrían notar diversos aspectos que podrían mejorar algún parámetro de la misma como aumento de la tenacidad o perjudicar otro como disminución de la altura máxima que puede alcanzar la masa durante la fermentación, por lo que al utilizar hidrocoloides como ingredientes en la formulación también debe considerarse ese aspecto. Así mismo, incrementan la cantidad de agua en el pan fresco. Rojas et al.(2000), quien realizó trabajos de investigación con hidrocoloides concuerdan con lo observado por Guarda et al.(2004), quienes establecen que sólo el 1% de los hidrocoloides antes mencionados es suficiente para obtener los resultados previstos. No se conoce completamente el mecanismo de los hidrocoloides, pero existen algunas hipótesis. Biliaderis et al.(1997) propusieron que el efecto de los hidrocoloides se debe a dos fenómenos opuestos primero un incremento en la rigidez como consecuencia de la disminución del hinchamiento de los gránulos de almidón y la lixiviación de la amilosa y segundo el efecto debilitador sobre la estructura del almidón debido a la inhibición de la

asociación de las cadenas de amilosa. Lo cual provoca una mejora en la retención del agua y sus distribuciones. El peso de cada uno de los efectos dependerá de cada hidocoloide.

4.2. En la determinación del tiempo óptimo de mezclado, se observa que los coeficientes de variación tienden a disminuir hasta los 12 minutos de mezclado y luego a crecer para todos los tratamientos. Según Bustamante B. (1999), esto se debe a que a partir de dicho intervalo de tiempo la mezcla tiende a disgregarse de nuevo, como consecuencia de las diferentes densidades que existen en la mezcla, siendo la harina de trigo el principal componente cuya densidad es de  $0.45 \text{ g/cm}^3$  (Manual del Ingeniero químico de Perry, 2001) en comparación al porcentaje de azúcar, que es el segundo mayor componente y el más grueso con  $0.72 \text{ g/cm}^3$  (Manual del Ingeniero químico de Perry, 2001); y por lo complejo del mecanismo de la operación de mezclado.

Para Grandvoinnet P. y Pratz B. (1999) los parámetros para una buena mezcla son la granulometría, la densidad aparente, la higroscopicidad (de la leche entera en polvo y la goma), y el porcentaje de ingrediente en la fórmula: si es muy bajo y si el producto es en polvo, habrá que buscar una granulometría muy fina; la disparidad de forma, dimensión y densidad favorecen a la segregación. Las diferentes partículas de una mezcla pulverulenta tienen una tendencia más o menos marcada a la segregación, que se encuentra en competición con la acción de homogenización de la mezcladora, durante la operación de mezcla la desviación típica que caracteriza la heterogeneidad pasa por un mínimo, después se remonta y efectúa así fluctuaciones correspondientes a fases de mezcla-segregación.

La premezcla con 0.5% de goma de tara presentó el menor CV a los 12 minutos, mientras que el mayor CV lo presentó la premezcla control. Sin embargo, el porcentaje que representa la goma de tara dentro de todas las formulaciones es mínimo y no afectaría al



tiempo de mezclado, además que no se trata de una partícula gruesa (150  $\mu\text{m}$  al igual que la harina), por lo que no existen datos suficientes que indiquen que la goma de tara tenga alguna relación con los tiempos mezclados.

4.3. De los resultados obtenidos para los análisis fisicoquímicos Vásquez (2009), señala los rangos en los que se encuentra la Harina Panadera en el Perú, se contrasta estos resultados ya que en el Perú no se cuenta con estándares para estos indicadores. La humedad debe estar en el rango entre 13%-15%, todas las muestras evaluadas se mantienen en dicho rango desde 13.857% hasta 15%, estos valores de humedad no influyen mucho en la calidad panadera mientras no salga del rango que se menciona. Si el valor de la humedad estuviera fuera de este rango entonces habría una alteración en la consistencia de la masa en el proceso de elaboración. Con respecto al porcentaje de cenizas, éstas representan las materias minerales presentes en la harina, principalmente, K, Na, Ca, y Mg que proceden de las partes exteriores del grano. No existe un valor óptimo de porcentaje de cenizas para una harina panadera, ya que esta característica fisicoquímica está más relacionada con la extracción de harina, según Ibáñez (1985) las cenizas nos orientan sobre el rendimiento de extracción de las harinas, a mayor porcentaje de extracción habrá mayor porcentaje de cenizas. Esto se debe a que una harina con alto porcentaje de extracción por lo general arrastra minerales de la cáscara del grano que generan cenizas.

Ferreras, R. (2009) se refiere a la acidez, teniendo en cuenta las reglamentaciones bromatológicas se consideran aquellas harinas que presentan un índice de acidez menor de 0.1% expresada en ácido sulfúrico, un porcentaje mayor señala harinas expuestas al aire libre por lo tanto adquieren mayor humedad, la acidez constituye en probar la bondad de las harinas, generalmente nos indica la "edad" de una harina. La acidez puede estar elevada en harinas con elevada humedad y también por acción microbiana. La acidez en harinas es

debida a la presencia de ácidos grasos provenientes de la transformación de materias grasas, un valor de acidez puede modificar la calidad del glúten disminuyendo su elasticidad y grado de hidratación, lo observado en los resultados nos muestra que todas las muestras evaluadas tienen valores en promedio 0.888% así las muestras de 0.7% y 1% mostraron resultados mayores a los de la harina control, debido a su contenido superior de goma de tara con respecto a las demás muestras siendo para 1% un valor de 0,111%. En general, la adición de goma de tara en la premezcla no influye sobre las características fisicoquímicas mencionadas porque el porcentaje es mínimo y además su efecto se ve durante la elaboración del pan.

**4.4.** En los análisis microbiológicos efectuados en las premezclas se ha realizado la comparación con la norma microbiológica vigente: NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO (R.M. N° 591-2008-MINSA-27/06/2008) para harinas, ya que en la actualidad no contamos con límites microbiológicos para productos como premezclas panaderas. Contrarrestando los resultados obtenidos con los proporcionados por la norma, todas las premezclas se muestran por debajo del límite permisible (caso de los Mohos), debido probablemente a la humedad adecuada y al contenido de sólido higroscópicos presentes en la premezcla (60% de azúcar y 2% de sal). Bustamante (1999), también refleja ausencia total en el caso de *Escherichia coli* y *Salmonella spp* lo que indica en el producto la ausencia de patógenos o a la demostración de la aplicación de Buenas Prácticas de Higiene. Otro factores relacionados a estos resultados es también la importancia que debemos darle a las características microbiológicas de los productos que forman parte de la premezcla, es importante trabajar con producto que nos proporcionen las fichas técnicas, para poder trabajar con productos de calidad. Aun así los microorganismos presentes mueren durante la cocción del producto, es

importante por ellos asegurar que la carga bacteriana inicial no sea mayor a la requerida por las normas.

**4.5.** Los análisis fisicoquímicos que se realizaron a los panes de molde elaborados a partir de las premezclas con tratamiento no presentaron valores fuera de los rangos.

El efecto de la adición de goma de tara sobre las dimensiones de los panes siguió la misma tendencia para todos los tratamientos, a mayor contenido de goma de tara en la formulación, mayores fueron las medidas de L, A y H obtenidos, esto se evidenció hasta un nivel de 0.5% de goma en la premezcla, por el contrario, mayores niveles de goma de tara resultaron en un efecto inverso en las medidas, los panes elaborados a partir de la premezcla con 1% de goma mostraron medidas de L, A y H incluso menores que la de los panes control (sin adición de goma de tara). Los panes con las mejores dimensiones fueron aquellos elaborados a partir de la premezcla con 0.5% de goma de tara porque presentaron mayor altura promedio y un ancho promedio significativamente mayor al resto de panes. No existen datos sobre el efecto de las gomas en las medidas de panes.

La adición de goma de tara en distintos niveles aumento el volumen de los panes, siendo el volumen promedio máximo  $796.5 \pm 19.085 \text{ cm}^3$  para los panes elaborados con la premezcla que contenía 0.7% de goma de tara y el volumen promedio mínimo de  $601.25 \pm 12.499$  para los panes elaborados con la premezcla que contenía 1 % de goma de tara. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre los volúmenes obtenidos con los tratamientos de 0.5 y 0.7% de goma de tara, ni entre los volúmenes de los panes control, con 0.3 y 1% de goma de tara. La densidad, que no viene a ser otra cosa que el peso sobre el volumen, es otro indicador, un pan con menor densidad se relaciona con un mayor volumen y esponjosidad; al adicionar goma de tara la densidad disminuyo respecto al control hasta  $0.12 \text{ g/cm}^3$  para

los panes elaborados a partir de las premezclas con 0.5 y 0.7% de goma de tara, la mayor densidad fue de  $0.16 \text{ g/cm}^3$  para los panes con 1% de goma en su formulación, al igual que para el volumen, no existe una diferencia estadística entre la densidad de los panes control, con 0.3% y 1% de goma.

Asghar A. et. Col (2005) estudiaron el efecto de la adición de gomas hidrofílicas, como la carboximetilcelulosa (CMC) y goma arábica en masas congeladas, el volumen específico de los panes se incrementó significativamente con la adición de las gomas obteniéndose el volumen máximo con 3% de goma arábica ( $8.6 \text{ cm}^3/\text{g}$ ). Azizi M. y Rao G. (2003), estudiaron el efecto por separado de la adición de geles surfactantes (SSL, DATEM, GMS y DGMS) y gomas (xantana, caraya, guar, algarrobo) en panes, la goma de algarrobo incremento más el volumen específico de los panes hasta  $610 \text{ ml}$  y  $0.22 \text{ g/cm}^3$  seguido de la goma guar, karaya y xantana.

Vásquez L. (2001) estudió el efecto de la adición de goma xantana en concentraciones de 0.1 a 0.5%, el pan adicionado con 0.4% resulto con el mejor volumen respecto al control. Sánchez H., et col (1996), desarrollaron una fórmula para pan sin gluten utilizando distintas gomas al 2% como sustitutos del gluten para mejorar las características tecnológicas (goma guar, CMC, goma xántica, goma espina corona y Methocel, siendo el último el que mostro un mejor efecto en la retención gaseosa obteniéndose mejores volúmenes del pan ( $0.21 \text{ cm}^3/\text{g}$ ).

Según Asghar, A. et col (2006), el volumen específico del pan no debe ser demasiado pequeña o demasiado grande, ya que afecta al grano de miga. Volúmenes de pan demasiado pequeñas dan un grano muy compacto y cerrado mientras que volúmenes de hogaza demasiado grande da una estructura de grano muy abierta. Para Reyes, M. et col

(2003), las gomas mejoran el volumen de los panes porque tienen la propiedad de retener el dióxido de carbono producido durante la fermentación. Sin embargo, como consecuencia de un desmejoramiento de la relación almidón- goma, los panes con mayor cantidad de fibra no esponjan tanto, lo cual explicaría porque la adición de goma al 1% redujo el volumen por debajo del control, ya que la goma de tara es una fibra soluble.

La humedad inicial de los panes de molde en todos los tratamientos aplicados se encontraron por debajo del requisito máximo de humedad exigido por la NTP 206.004.1988 (Revisada el 2011) Pan de Molde: Pan Blanco, Pan Integral y sus Productos Tostados, el cual establece que la humedad será como máximo 40% en base húmeda. Lo mismo ocurre si se compara con la Norma Mexicana NMX-F-159-S-1983 que establece una humedad mínima de 30% y un máximo de 38%.

El porcentaje de humedad de los panes aumentó a medida que aumentaba la concentración de goma de tara agregada fundamentalmente por la capacidad de retención de agua que tiene este agente.

Los valores de acidez de los panes de molde en todos los tratamientos no presentaron diferencia significativa y estuvieron por debajo del límite máximo de 0.5% (expresada en ácido sulfúrico) que establece La NTP 206.004.1988. La Ficha Técnica de Makro para pan de molde blanco 400g Aro también establece una acidez máxima de 0.5% (ácido láctico s/s) Los valores de pH de los panes de molde blanco elaborados a partir de las premezclas con goma de tara se encuentran dentro de lo establecido por la NMX-F-159-S-1983, que refiere que el pan de molde debe tener un mínimo de 4.5 y máximo de 6.5 de pH. El porcentaje de cenizas de todos los panes elaborados a partir de los tratamiento no presentan una diferencia significativa entre los mismos y se encuentran por debajo de lo que señala la NTP

206.004.1988, la cual establece un máximo de 4.0% en base seca. Sin embargo, si se compara con la NMX-F-159-S-1983, que refiere que el pan de molde debe tener un máximo de 2.5% en cenizas, todos los valores obtenidos sobrepasarían el límite máximo. La diferencia del contenido se puede atribuir al aporte en minerales de la sal, levadura y conservante.

4.6. Los resultados microbiológicos que presentaron los panes elaborados con las distintas concentraciones con goma de tara estuvieron por debajo de los límites permisibles por la NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO (R.M. N° 591-2008-MINSA-27/06/2008). El recuento de Aérobios Mesófilos nos proporciona la idea de la calidad de la materia prima y del proceso de elaboración del producto. Cifras altas en este recuento hubieran indicado un proceso de alteración del alimento; aunque no necesariamente relacionado con la presencia de gérmenes patógenos se observa en los resultados de las premezclas evaluadas la ausencia de estos debido a que algunos de los insumos de la premezclas (sal, azúcar, leche) fueron sometidos a una esterilización con el objetivo de prolongar el tiempo de vida útil para realizar un mejor estudio de la humedad en el tiempo, entonces se conoce que las altas temperaturas provocan efectos letales o subletales sobre los microorganismos. Una bacteria sometida a una temperatura superior a la que normalmente crece, sufre, en primer lugar, daños en sus proteínas y ácidos nucleicos. Estos primeros daños impiden que la bacteria se reproduzca y, por consiguiente, forme una colonia sobre un medio de cultivo adecuado, de igual forma en todas los panes evaluados a distintas concentraciones los resultados fueron la ausencia de Mohos, ya que los existentes en las materias primas son eliminados por el proceso de cocción, es de gran importancia los resultados que se presentan en esta etapa del producto puesto que los mohos tienen como pH óptimo de crecimiento 5,6 (Todos los panes de la

experiencia se encuentran dentro de este rango) pero pueden desarrollarse en un rango de pH de 2, pueden vivir en ambientes deshidratados a temperaturas de 22 – 30°C, se desarrollan perfectamente en un medio con acidez elevada y en estos rangos donde se puede dar las condiciones adecuadas para el crecimiento de estos microorganismo deteriorativos. Entonces se determina que el deterioro de productos de panadería es resultado de la recontaminación después de la cocción.

4.7. El efecto de la goma se observó claramente en los resultados de la prueba de compresión del pan, esto es a mayor cantidad de goma, menor firmeza del pan, solo hasta un nivel de 0.5% de goma en la premezcla para los días 1 y 14, y hasta un nivel de 0.7% de goma para el día 7, a partir de estas concentraciones aumenta la firmeza, incluso por encima del control. Esto indica que la goma por encima de 0.5%, hace a la harina muy tenaz, lo que concuerda con los resultados de las pruebas reológicas, también concuerda con los resultados de humedad, ya que la goma al retener mayor cantidad de agua hace al pan más suave y reduce la firmeza, al retener menor humedad el pan es más seco y por lo tanto más firme. Además la goma no actúa sola sino que interactúa con otros componentes dentro del pan como el almidón, que es el principal agente de envejecimiento del pan por el fenómeno de la retrogradación.

A pesar que en los días 1 y 7 no existe diferencia significativa entre los tratamientos  $X_3$  y  $X_4$ , en el último día de evaluación, el tratamiento con 0.5% de goma de tara en la premezcla tuvo una firmeza significativamente menor al resto de panes. En el día 14, todos los panes a excepción del tratamiento  $X_3$ , presentaron un valor de firmeza fuera de rango establecido en los indicadores de las variables.

Según Lallemand Inc. (1996), la firmeza de la Miga es causada por cambios en la estructura del Almidón. Los ingredientes afectan la firmeza de la miga y cambios de humedad, ingredientes que contribuyen a mejorar el volumen del pan y aumentan la absorción inhiben el envejecimiento. La goma de tara mejoró el volumen de los panes, por lo tanto ayuda a retardar el envejecimiento.

Para Chinachoti (2003), el envejecimiento se ha atribuido a la tasa de retrogradación del almidón (amilopectina principalmente amorfa), y esta tasa se correlaciona con la firmeza mecánica convencional en el almacenamiento de pan. La firmeza del pan es un indicador de frescura y se ve afectada por el envejecimiento, dando lugar a cambios en los componentes principales como son almidones, proteínas, lípidos y agua. Los hidrocoloides pueden modificar las propiedades reológicas del almidón (Christianson et col., 1981) y prolongar la vida útil del pan (Schiraldi et col., 1996). Davidou et col. (1996), estudiaron el efecto del alginato así como de las gomas arábica y xantana sobre la retrogradación del almidón, por análisis de las posibles interacciones entre el almidón y el gluten. En otros trabajos se han utilizado las gomas guar, algarrobo o xantana para estudiar las interacciones de estas gomas con el almidón

Tavakolipour H. y KalbasiAshtari A. (2006) encontró que el pan hecho de la harina Sorkheh sin hidrocoloide requiere más de 6N fuerza de corte debido al proceso de envejecimiento. Por otro lado, las muestras de pan que contenían CMC o HPMC al 0,1, 0,3 y 0,5% retardaron el envejecimiento de manera significativa ( $P < 0,05$ ) para ambos tipos de harina (Sorkheh y Sardary). Por otra parte, la adición de CMC o HPMC a Sorkheh (en 0,3%) y Sardary (a 0,5%) redujo la firmeza de la miga de los panes después de 48 h de almacenamiento. Barcenas y Rosell (2006) indicaron que la adición de HPMC redujo la dureza de la miga en los dos panes completamente horneados y pan precocido y atribuyó



este fenómeno a la reducción de la retrogradación de amilopectina. Además, Rosell et al. (2001) añadió HPMC a masas de trigo y la reducción de la firmeza de la miga fue considerable. De hecho, los hidrocoloides disminuyeron significativamente la tasa de aumento en la rigidez de pan en comparación con el control como en otros estudios (Davidou et al 1996; Asgharet al. 2005). Informes sobre el uso de CMC y HPMC en pan árabe señalaron que la adición de hidrocoloides aumenta la frescura del pan árabe por 4 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Azizi M. y Rao g. (2003) encontraron que la adición de goma xantana redujo la mejora a la textura del pan con el uso de geles de tensoactivos mientras que la goma garrofín, guar y karaya mejoraron la textura de pan. El garrofín mostró mejoría máxima seguida de guar y gomas de karaya cuando se añade en combinación con geles tensoactivos Cawley (1984) y Rao et al. (1985) informaron de la mejora en la textura del pan con el uso de goma guar. Andt (1966) mostró una mejoría en la textura del pan con el uso de la goma de karaya. Rao et al. (1992) demostraron que la goma xantana mejoró la textura del pan.

Vásquez L. (2006), estudio el efecto de la goma Xantana en masas de trigo, y reporto que la adición de goma favoreció las características de textura del pan hasta con 0.4%. Villagómez, D. et col. (2006) observó que la tasa de incremento en dureza del pan fue menor para los tratamientos con goma de mezquite en comparación con CMC y HPMC, sobresaliendo la concentración de 1% presentando el pan correspondiente una suavidad aceptable después de 15 días de almacenamiento

**4.8.** Se evaluó el contenido de humedad del pan recién hecho, y para determinar el efecto sobre el envejecimiento se midió el cambio en el contenido de humedad.

Inicialmente, después de la cocción, la adición de goma de tara aumento la retención de la humedad del pan, siendo mayor para el pan con 1% de goma que obtuvo un 38.56% respecto al pan control con 35.387%. Se midió la pérdida de humedad, comparando la humedad de cada día con la humedad que se obtuvo después del horneado ( $\Delta$ Humedad), al cabo de los 14 días todos los panes perdieron humedad, sin embargo el pan elaborado a partir de la premezcla con 0.5% de goma de tara fue la que retuvo mayor contenido de agua siendo su humedad final 34.106% con una variación de 3.441% respecto al día inicial, siendo significativamente menor al resto de tratamientos. Los panes que retuvieron menos contenido de agua, contradictoriamente a lo que se observó después del horneado fueron aquellos elaborados con la premezcla de 1% de goma, siendo su humedad final 31.7% con una variación de 6.86% respecto al día inicial, esta variación es significativamente mayor al resto de los tratamientos. El pan control, sin adición de goma, si bien obtuvo una humedad final de 30% menor al del resto de tratamientos, la variación en el contenido de agua respecto a la humedad inicial no es significativamente diferente al pan con 0.3 y 0.7% de goma de tara. Resultados similares se obtuvieron al día siguiente de la cocción, y al séptimo día, la mayor retención la representó el tratamiento con 0.5% de goma, y la menor retención el tratamiento con 1% de goma. La NTP 206.004.1988 no establece una humedad mínima, en cambio la Norma Mexicana NMX-F-159-S-1983 establece una humedad mínima de 30%, en todos los casos, la humedad de los panes obtenidos hasta el último día de almacenamiento se encuentran ligeramente por encima de este porcentaje, a excepción del pan control que está en el límite.

Es decir, a medida que aumenta la adición de goma de tara aumenta el contenido de humedad de los panes después de la cocción, sin embargo, como agente retenedor de humedad durante el almacenamiento, se obtiene el mejor resultado hasta el 0.5% en la

formulación de la premezcla, niveles mayores no mejoran la retención de humedad en los panes.

Aplinget col. (1978) informaron de la misma constatación de que el contenido de humedad aumentó a 45-48% en un pan de trigo con adición de goma guar, en comparación con el pan que no contiene aditivo. El hallazgo en este estudio también se encuentran en línea con el hallazgos de Sharadanantet (2003), según el cual el efecto de la goma en masa congelada y harina más la humedad con un buen mantenimiento de la calidad del pan después de un almacenamiento prolongado.

Otros autores que han estudiado el efecto de diversas gomas como retenedores de humedad, también han obtenido buenos resultados con gomas al 0.5% de la formulación de los panes. Wong, X (2012) encontró que el mejor tratamiento para un pan fue con 0.5% de goma xantana y 1% de monoglicerido destilado, el cual tuvo la menor pérdida de humedad de los panes en 7 días llegando hasta 31.6% comparado con 30.7% del control. López, E. et col (2003) utilizó la goma breá como agente retenedor de humedad en un pan formulado a partir de harina de trigo y aislado proteico de tarwí, donde los panes con 0.5% de goma breá presentaron una humedad 1.5% mayor respecto al pan control (sin goma), 2.2% mayor a las 24 horas, 3.3% mayor a las 48 horas y se igualó a las 72 horas, la adición de goma breá incremento la humedad de la miga durante el almacenamiento a una temperatura y humedad controlada de  $20 \pm 2$  °C y  $70 \pm 2\%$  respectivamente..

The Gum Technology de Arizona indica que en productos de panificación, la goma de tara se utiliza entre un 0.03 a 0.35%, siendo sus principales funciones incrementar la retención de humedad y mejorar la textura. Por otro lado, Ashgar A. et col. (2006), estudiaron el efecto de diferentes gomas en la estabilidad y tiempo de vida de panes elaborados con masas

congeladas, los cambios en la humedad del pan fueron monitoreados a las 3 - 5 horas después de la cocción a las 24, 48, 72 y 96 horas de elaborados. En esta investigación el contenido máximo de humedad se encontró en 3% de goma arábiga después de 3-5 horas de cocción, que va disminuyendo gradualmente, la menor retención de humedad se encontró en el tratamiento control. En este caso el porcentaje de utilización de goma estuvo por encima de lo que indican otros investigadores.

Para Asghar, A. et col (2006), el contenido de humedad del pan después de la cocción indica la calidad y puede ser directamente correlacionada a la vida en almacenamiento del producto, una superior retención de la humedad en el pan es económico y también necesario para alargar la vida útil. El mayor contenido de humedad podría deberse a la mayor cantidad de agua necesaria para la formación de la masa al estar presente una sustancia hidrofílica como un hidrocoloide y/o a un incremento en la retención del agua en la estructura de la miga y a una mejor distribución de ésta (Armero y Collar, 1996; Eidametal., 1995).

Guarda A. et col (2004), señalan que todos los hidrocoloides son capaces de reducir la pérdida de humedad durante el almacenamiento de los panes, reduciendo la deshidratación de la miga.

El contenido en agua de las diferentes partes de un pan fresco de fabricación corriente muestra que éste no está uniformemente repartido ni en la corteza ni en la miga. Drapon R. et col (1999). De acuerdo con Elliason y Larsson (1993) los cambios que ocurren durante el envejecimiento del pan no son dependientes de la pérdida de agua, sin embargo el envejecimiento puede incrementarse si existe salida de agua durante el almacenamiento.

Por otro lado He y Hosney (1990) consideran la pérdida de agua como un factor de envejecimiento.

Según Acosta, S. (2001), la redistribución del agua también se efectúa entre corteza y miga (sobre todo en la miga próxima) dando como resultado cambios en el comportamiento reológico de ambas. En un pan fresco la corteza es crujiente, mientras que en el pan viejo es suave y gomosa. Por otro lado la miga es suave y húmeda en el pan fresco y seca y dura en el pan viejo. La razón de estos cambios es que el agua migra de la miga a la corteza y de la corteza al ambiente, haciendo que la corteza pase de un estado vítreo a un estado gomoso, y que la miga cambie de un estado gomoso a uno vítreo.

Ningún autor señala la causa de que las gomas actúen solo hasta niveles de 0.5% y después la retención de humedad disminuya, pero podemos deducir de que las gomas no actúan solas dentro del complejo sistema que es el pan, existen otros componentes que también están en competencia por el contenido de agua como por ejemplo el almidón, el cual tiende a retrogradarse y a capturar las moléculas de agua para retardar dicho proceso, la goma al ser hidrofílica está ligada al agua por medio de enlaces de puentes de hidrógeno, a mayor contenido de goma mayor superficie de contacto con el agua y mayor cantidad de multicapas de moléculas formadas, por lo tanto la pérdida debido a la competencia con el almidón y otros componentes será también mayor. Esto hace que a niveles mayores de 0.5% de goma no solo la retención de humedad disminuya, sino también las características relacionadas con la humedad como la textura, el volumen y la densidad de los panes.

La gráfica de la variación de humedad se ajusta más a un modelo lineal. La pendiente de la gráfica representa la variación de humedad respecto a la variación del tiempo, es decir que una menor pendiente significa una menor variación de la humedad; así mismo, el valor  $R^2$

de las ecuaciones mide el grado de asociación lineal, siendo mejor cuanto más se acerque a la unidad. Se observó que la gráfica del tratamiento con la premezcla que contiene 0.5% de goma de tara fue la de menor pendiente (0.2829) y un valor de R<sup>2</sup> más cercano a 1 (0.9687). La gráfica también muestra que hasta el día 12 la variación de humedad es progresiva, luego la pérdida de agua se hace casi constante.

Villagómez, D. et col (2001) en su estudio del efecto de la goma mezquite en comparación de otros hidrocoloides sobre el pan danés, también encontró que la pérdida de humedad siguió un modelo lineal con un coeficiente de correlación de 0.87 a 0.99 ( $p < 0.05$ ).

**4.9.** Según Acosta S. (2001), las pruebas sensoriales se realizan cuando el pan tiene un día de elaborado porque el pan se debe presentar al consumidor luego de dejarlo enfriar por lo menos 7 horas y poder mantener las características deseables para este producto. Se obtuvo la media de los resultados de suavidad, humedad, esponjosidad, sabor y apariencia general para comparar los panes elaborados con los distintos tratamientos y la influencia de las diferentes cantidades de goma de tara sobre estas variables.

Lo detectado por el panel sensorial concuerda con los resultados fisicoquímicos obtenidos en los puntos anteriores. En cuanto a los atributos de suavidad, humedad y esponjosidad, los panes elaborados a partir de la premezcla con 0.5% de goma de tara tuvieron mayores calificaciones en el primer y séptimo día de almacenamiento, a excepción de la suavidad en el día séptimo donde los panes elaborados a partir de la premezcla con 0.7% de goma obtuvieron el mayor puntaje. Los panes sometidos al tratamiento con 0.5% de goma de tara fueron los que más gustaron y obtuvieron los valores más altos, sin embargo no presentaron diferencia significativa con los panes elaborados a partir de la premezcla con 0.7% de goma.

En el primer día de evaluación sensorial, los panes control obtuvieron los puntajes más bajos respecto a los demás tratamientos, sin embargo los panelistas no detectaron diferencia significativa entre éstos y los panes obtenidos a partir de las premezcla con 0.3% y 1% de goma. En este día también se observó que la adición de goma de tara mejoró todos los atributos sensoriales relacionados con el contenido de humedad (suavidad, humedad, esponjosidad) hasta una adición de 0.5% de goma en la premezcla, luego estos atributos empiezan a decrecer, pero los puntajes obtenidos con el tratamiento de 1% de goma no estuvieron por debajo del control. En general todos los tratamientos obtuvieron puntajes promedios de Me gusta moderadamente y me gusta mucho.

En el séptimo día de almacenamiento, el mismo grupo de panelistas volvió a evaluar los panes y nuevamente se observó que la adición de goma de tara mejoró todos los atributos sensoriales relacionados con el contenido de humedad (suavidad, humedad, esponjosidad) hasta una adición de 0.5% de goma en la premezcla, luego estos atributos empiezan a decrecer, los panes elaborados con premezcla que contienen 1% de goma fueron los menos aceptables, obteniendo puntajes por debajo de los panes control. Es decir que la adición de goma de tara mantiene la humedad y las características sensoriales hasta un 0.5%, inclusive al 0.7% la diferencia no es significativa, sin embargo al 1% se obtienen resultados no deseados. En general, la puntuación de los panes fueron más bajas que las obtenidas en el primer día de evaluación, pasando a los valores de Ni me gusta ni me disgusta y Me gusta moderadamente.

Con respecto al sabor y la apariencia general de las tajadas, los panes elaborados con la premezcla que contiene 1% de goma obtuvieron los valores más altos en ambos días de evaluación. No existe una tendencia clara sobre el efecto de la goma en el atributo sabor y aspecto, en general se ve un ligero aumento del puntaje promedio a medida que aumenta la

concentración de goma, sin embargo no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Esto se debe a que la goma de tara, al igual que todos los hidrocoloídes, es inodora y no tiene un sabor característico, por lo tanto no afecta el sabor de los alimentos al utilizarla como aditivo.

Es importante mencionar, que los resultados y análisis de los mismos están referidos a la propiedad de la goma de retener humedad, y mejorar la calidad de los panes, sin embargo el fenómeno del envejecimiento incluye otros aspectos como la retrogradación del almidón, la pérdida de sabor y aromas, etc., que también van a influenciar sobre la calidad de los panes de molde.



## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES**

- La adición de goma de tara aumentó la absorción de agua durante el amasado, redujo la extensibilidad de la masa, aumento la tenacidad y la relación P/L. A partir de 0.7% la masa tiende a ser muy tenaz y no resulta apropiada para la panificación.
- La goma de tara no afectó el tiempo óptimo de mezclado, siendo para todas las premezclas experimentales de 12 minutos.
- Las diferentes concentraciones de goma de tara no influenciaron significativamente sobre las características fisicoquímicas de las premezclas (humedad, Cenizas, acidez, pH) y de los panes (cenizas, acidez, pH), encontrándose dentro de lo que señalan las normas.
- La adición de goma de tara mejoró las dimensiones, el volumen y la densidad de los panes, redujo la firmeza, mejoró los atributos de suavidad y esponjosidad y retardó la variación humedad en los días de almacenamiento, hasta un nivel de 0.5% de goma de tara en la premezcla, a partir de esta concentración todas las características decrecen, sin embargo no existe diferencia significativa con un 0.7% de goma.

- Con 0.5% de goma de tara en la formulación de la premezcla se pudo obtener un pan de molde con mayor retención de humedad.

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Luque, Silvana Elizabeth. Desarrollo de un pan de molde y marquesote para la panificadora rural de Nuevo Paraíso. Tesis para optar el Título de Ingeniera Agrónoma en el grado académico de Licenciatura. México, 2001. Extraído el 15 de junio de 2011 desde [http://zamo-oti02.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2001/t1233.pdf](http://zamo-oti02.zamorano.edu/tesis_infolib/2001/t1233.pdf)
- Asghar A., Anhum M., y Hussain S. Effect of Carboxy Methyl Cellulose And Gum Arabic On The Stability Of Frozen Dough For Bakery Products. Turk J Biol, 2005, 29 : 237-241
- Asghar A., Anhum M., Sadiq M., Y Hussain S. Shelf Life And Stability Study Of Frozen Dough Bread By The Use Of Different Hydrophillic Gums. International Journay of Food Enginnering, 2006, 2: 1-11
- Atzingen, Von; Machado Pino, Silvia. Evaluación de la textura y color de almidones y harinas en preparaciones sin gluten. Ciencia y Tecnología Alimentaria, 2005, 24: 319-323.
- Avitech. Una calidad de fabricación de pre mezcla. .Alimentación y nutrición. Extraído el 20 de julio de 2011 desde: <http://www.thepoultrysite.com/FeaturedArticle/fatopic.asp?AREA=FeaturedArticle&Display>

- Azizi M., Rao G., Effect Of Surfactant Gel And Gum Combinations On Dough Rheological Characteristics And Quality Of Bread. Journal of Food Quality, 2004, 27: 320–336.
- Barcenas, M.E. and Rosell, C.M. Different approaches for increasing the shelf life of partially baked bread: Low temperatures and hydrocolloid addition. Food Chem. 2006, 100, 1594–1601.
- Brennan, J. Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia, 1980.
- Bustamante Braulio. Universidad Nacional del Callao. Formulación y Elaboración de una Pre mezcla de Bizcocho de uso Industrial Enriquecido con harina de Quinoa Precocida. Tesis para optar el Título de Ingeniero de Alimentos. Callao, 1999.
- Cabello Isabel. Monografía De La Tara. Extraído el 20 de julio de 2011 desde: <http://www.biocomercio.org.pe>.
- Calaveras, Jesús. Nuevo tratado de panificación y bollería, Madrid: Editorial MundiPrensa Libros, Segunda Edición, 2004.
- Calderon G., Vera M., Farrera R., Arana R. y Mora R. Rheological Changes of Dough and Bread Quality prepared from a Sweet Dough: Effect of Temperature and Mixing Time. International journal of Food Properties, 2004, 7: 165-174
- Cubero N., Monferrer A., y Villalta J., Aditivos Alimentarios, Madrid: Editorial Mundi Prensa, 2002.

- Feillet et. Col. La Masa Formación y Desarrollo. Zaragoza. Editorial Acribia. 1992
- Ferreras Rebeca. Análisis Reológico de las diferentes fracciones de harina obtenidas en la molienda del grano de trigo. Tesis para optar el título de Ingeniería Técnica Agrícola, Universidad de Salamanca. España. 2009
- Fierro Henry y Jara Jessica, Estudio de vida útil del pan de molde blanco, Tesina para optar el grado de Tecnólogo Alimentario, Ecuador, Guayaquil 2010.
- Grandvoinnet P., Pratz B. Los ingredientes de las Masas, Zaragoza. Editorial Acribia. 1992.
- Granotec. Boletín de Información de Uso del Consistógrafo. 2012
- Goma De Tara. Extraído el 9 de junio de 2011 desde: [URL:http://taninos.tripod.com/goma](http://taninos.tripod.com/goma).
- Industria Alimenticia. Premezclas para Panificación. Mayo, 2013: 56,57. Extraido el 12 de enero del 2012 desde: [URL:http://www.industrialimenticia.com](http://www.industrialimenticia.com)
- Kohli M, Ackermann M y Castro M. Instituto nacional de Investigación Agropecuaria. Estrategias y metodologías usadas en el mejoramiento del trigo: un enfoque multidisciplinario. Montevideo, 2001.
- Llallemán Baking Update. Envejecimiento del pan. Llallemán Baking Update, 1996.1:1-2. Extraído el 28 de junio de 2011 desde: <http://www.lallemandmexico.com/pdf/LBU-01-16.pdf>

- Perry, R. y Green, D. Manual del Ingeniero Químico. McGraw-Hill/Interamericana de España, SAU España, 2-354, 2-355, 2001.
- Mesas J, Alegre M. El pan y su proceso de elaboración. Ciencia y tecnología alimentaria.2002.3:307-313. Extraído el 27 de julio de 2011 desde: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/724/72430508.pdf>
- Molinos Asociados S.A.C. Extraído el 01 de junio de 2011 desde: <http://www.molinosasociados.com>.
- NMX-F-159-1983. Norma Mexicana para el pan de Molde Blanco
- Norma Sanitaria que establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano (NTS N° - MINSA/DIGESA-V.01)
- NTP 206.004:1988 (Revisada el 2011). Pan de molde: Pan blanco, pan integral y sus productos tostados.
- Plasch G. Convenientes Soluciones- Pre mezclas y mezclas completas. Extraído el 16 de junio de 2011 desde: [URL:http://www.muehlenchemie.de/downloads-expertenwissen/mc-convenience-plasch-e.pdf](http://www.muehlenchemie.de/downloads-expertenwissen/mc-convenience-plasch-e.pdf).
- Ramírez M. Elaboración de un postre lácteo con incorporación de gomas de algarrobo (Prosopis chilensis (Mol) Stuntz) y tara (Caesalpinia spinosa), Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2006.

- Rao, G.V., Indrani, D. and Sharpalekar, S.R. Guar gum as an additives for improving the bread making quality of wheat flours. J. Food Sci. Technol. 1985, 22: 101–107.
- Rojas, H. Determinación de Parámetros para la Obtención de Goma de Semilla de Tara (*C. spinosa*) por Vía Acuosa y Secado por Rociado (Spray Drying). Tesis Escuela de Post Grado, Especialidad Tecnología de Alimentos, UNAgraria La Molina, Lima, 1991.
- Rossel C., Rojas J., Y De Barber C., Influence Of Hydrocolloids On Dough Rheology And Bread Quality, Food Hydrocolloyd, 2001, 15: 75-81.
- Sanchez H., Osella C., Y De La Torre M., Desarrollo De Una Técnica Para Pan Sin Gluten, Información Tecnológica, 1996, 10: 35-42
- Sandoval, H. Universidad Nacional Agraria la Molina. Utilizacion de Aditivos Químicos es la Elaboracion de Panes con Sustitucion Parcial de Harina de Trigo por Lupino. Tesis para optar el T{itulo de Ing. Ind. Alimentaria. Lima, 1987.
- Sarco, R. Soluciones Enzimáticas para la Industria de Panificación. Industria Alimentaria.2009.7:8-11
- Tavakolipour H., Kallbasi-Ashtari A. Influence of Gums on Dough Properties and Flat Bread Quality of two Persian Wheat Varieties, Journal of food Process Engineering, 2006, 30: 74-87
- Tejero, Francisco. Los Mejorantes en la Panificación. Rev. Española Mpl. Y Panaderia, 1995, año XC, N°1024, Julio-Agosto: 54-58

- The European Food Information Council .Los aditivos alimentarios. Extraído el 20 de febrero del 2011 desde: <http://www.eufic.org/article/es/expid/basics-aditivos-alimentarios>.
- Torres Lía, Estudio del pan, Universidad de las Américas Puebla, México, Puebla 2006, obtenido el 23 de setiembre del 2013 en <http://catarina.udlap.mx.es>.
- Universidad de Zaragoza. Los conservantes. Extraído el 3 de Marzo de 2011, horas 17:00 desde en <http://milksci.unizar.es/adit/conser.html>.
- Vásquez, L. Universidad Autónoma Metropolitana. Efecto de goma Xantana en masas de trigo. Informe final. Iztapalapa; 2001. Extraído el 21 de junio de 2011 desde: [http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA\\_XIII/CXIII-58.pdf](http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_XIII/CXIII-58.pdf).
- Villagómez D., Márquez J., Pedrosa R., y Vernon E. Dpto. de Ingeniería de la Universidad Iberoamericana. El Efecto De Goma Mezquite, En Comparación Con Otros Hidrocoloides, sobre El Envejecimiento Del Pan Tipo Danés, Informe Final. México D.F., México., 2001. Extraído el 2 de agosto de 2011 desde: [http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA\\_XIII/SXIII-2.pdf](http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_XIII/SXIII-2.pdf)



## ANEXOS

### Anexo 1. Formulación de las Premezclas Experimentales

INSUMOS	CONTROL	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
	%	%	%	%	%
Harina	89.2	88.9	88.7	88.5	88.2
Azúcar	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
Sal	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Mejorador	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Antimoho	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Emulsificante(SSL)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Leche en polvo descremada	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Ácido ascórbico	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Goma de tara	0	0.3	0.5	0.7	1

Fuente: Elaboración Propia

**Nota:** Los porcentajes de la materia prima e insumos están expresados con respecto al 100% de la premezcla

### Anexo 2. Formulación de los Panes Experimentales

INSUMOS	CONTROL	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
	%	%	%	%	%
Premezcla	100	100	100	100	100
Agua	53.6	53.6	53.6	53.6	53.6
Manteca	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Levadura	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

Fuente: Elaboración Propia

**Nota:** Los porcentajes de los insumos complementarios están expresados con respecto al 100% de la premezcla

### Anexo 3. Ficha Técnica de Harina de Trigo Molitalia

## FICHA TÉCNICA - HARINA ESPECIAL EL MOLINO

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL:

##### 1.1 Descripción:

La harina especial se obtiene de la molienda de trigos seleccionados que le permiten presentar características adecuadas para el proceso de panificación semi-industrial e industrial de productos como pan francés, molde, panes de yema, entre otros. Esta harina se encuentra fortificada según DS 008-2005-SA y libre de Bromato

#### 2. HABILITACIÓN Y VALIDACIÓN SANITARIA (HACCP)

	MOLINO 1-2	MOLINO 3
<b>Habilitación</b>	RD-2507-20 1 0/DHAZ/DIGESA	RD- 194 1 -20 1 0/DHAZ/DIGESA
<b>Validación</b>	RD-2509-20 1 0/DHAZ/DIGESA	RD- 1942-20 1 0/DHAZ/DIGESA

#### 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

##### Características Organolépticas

3.1 Aspecto : Polvofino, libre de grumos y materia extraña

3.2 Color : Blanco Cremoso

##### Características Físico - Químicas

3.3 Humedad (%)	14.0-15.0
3.4 Cenizas (%)	0.75-0.90
3.5 Proteína	10.5 mínimo
3.6 Hierro (ppm)	55 mínimo
3.7 Tiamina (ppm)	5 mínimo
3.8 Riboflavina (ppm)	4 mínimo
3.9 Niacina (ppm)	48 mínimo
3.10 Ácido Fólico (ppm)	1.2 mínimo

##### Características Microbiológicas

Agentes Microbiológicos	Categoría	Clase	n	c	Limite por g/mL	
					m	M
<i>Mohos (ufc/g)</i>	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
<i>Escherichiacali</i>	6	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp/25g</i>	10	2	5	0	Ausencia	—

#### 4. OBSERVACIONES IMPORTANTES

##### 4.1 Envase:

- La harina Especial es envasada con materiales y equipos adecuados para uso alimentario.
- La harina Especial es envasada en sacos de polipropileno, tocuyo y/o papel . Peso neto 50kg.
- Los sacos están rotulados con fecha de vencimiento y número de folio de la producción

##### 4.2 Almacenaje:

- La harina Especial deberá almacenarse en lugares frescos y secos con ventilación adecuada, lejos de los hornos o baños o cañerías de agua o desagües.
- Deberá apilarse sobre parihuelas debidamente acomodadas entre sí para evitar su caída, las rumas estarán a 40 cm alejadas de la pared y/o techo.

##### 4.3 Vida útil.

La vida útil de la harina Especial es de 6 meses bajo condiciones normales de conservación y almacenamiento



## Anexo 5. Certificado de Análisis del Ácido Ascórbico



# Amuco Inc

## CERTIFICADO DE ANÁLISIS

FECHA: Marzo 31 - 2011  
 NUESTRO PEDIDO: 7-54529 (Favor siempre hacer referencia a este número)  
 CLIENTE: Montana S.A.  
 Av Los Rosales 290 Santa Anita  
 Lima 43 - Perú  
 PRODUCTO: Ácido Ascórbico

FECHA DE MANUFACTURA: Enero - 2011  
 FECHA DE VENCIMIENTO: Enero-2013  
 No. DE LOTE: 201101643

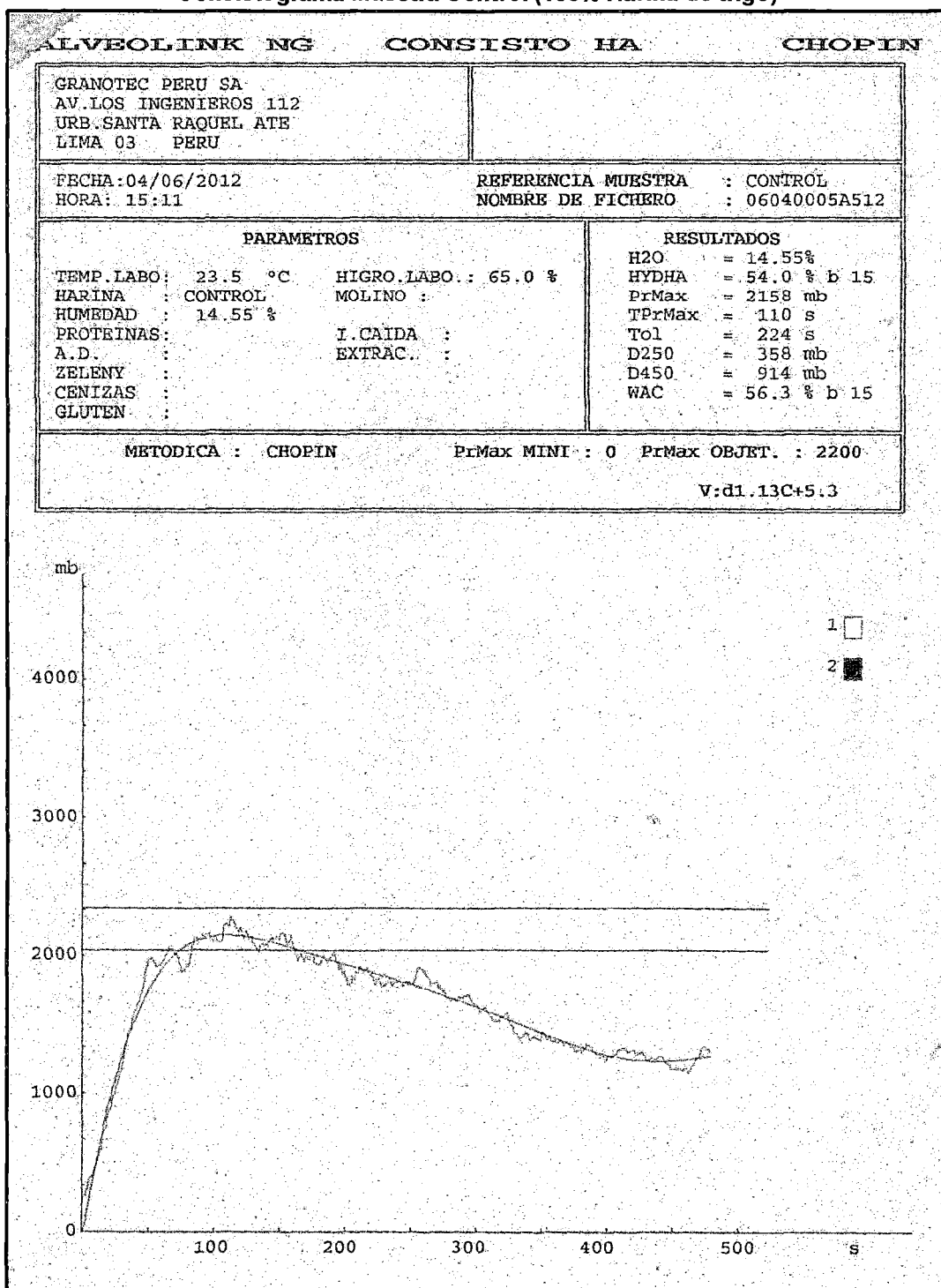
ITEM	STANDARD	RESULT
Characteristics	White or almost white Crystalline powder	Pass
Identification	Positive reaction	Positive
Melting point	About 190°C	190°C
pH	2.1-2.6	2.41
Clarity of solution	Clear	Pass
Colour of solution	<5Y <sub>1</sub>	<6Y <sub>1</sub>
Copper	<5ppm	<5ppm
Heavy metals	<30ppm	<30ppm
Mercury	<0.1 mg/kg	<0.1 mg/kg
Lead	<3 mg/kg	<3 mg/kg
Arsenic	<3 ppm	<3 ppm
Cadmium (Cd)	<1 mg/kg	<1 mg/kg
Oxalic Acid	<0.2 %	<0.2 %
Iron	<20ppm	<20ppm
Loss on drying	<0.4 %	<0.4 %
Sulfate Ash (Residue on ignition)	<0.1 %	<0.1 %
Specific Rotation	+20.5° to +21.5°	+21.65°
Mesh	40-80 Mesh	Pass
Organic Volatile Impurities	Pass	Pass
Assay	99.0% - 100.5%	99.92%
Conclusion: The above product conforms to BP,US,FOCE300		

AMERICAN UNION CHEMICAL - AMUCO INC

1920 N. Corporate Lakes Blvd, Suite 101 - Weston, FL 33336  
 U.S.A.  
 Tel : (001) (954) 762-6466 Fax : (001) (954) 752-6810  
 e-Mail : [bu@amucoln.com](mailto:bu@amucoln.com)  
[www.amucoln.com](http://www.amucoln.com)

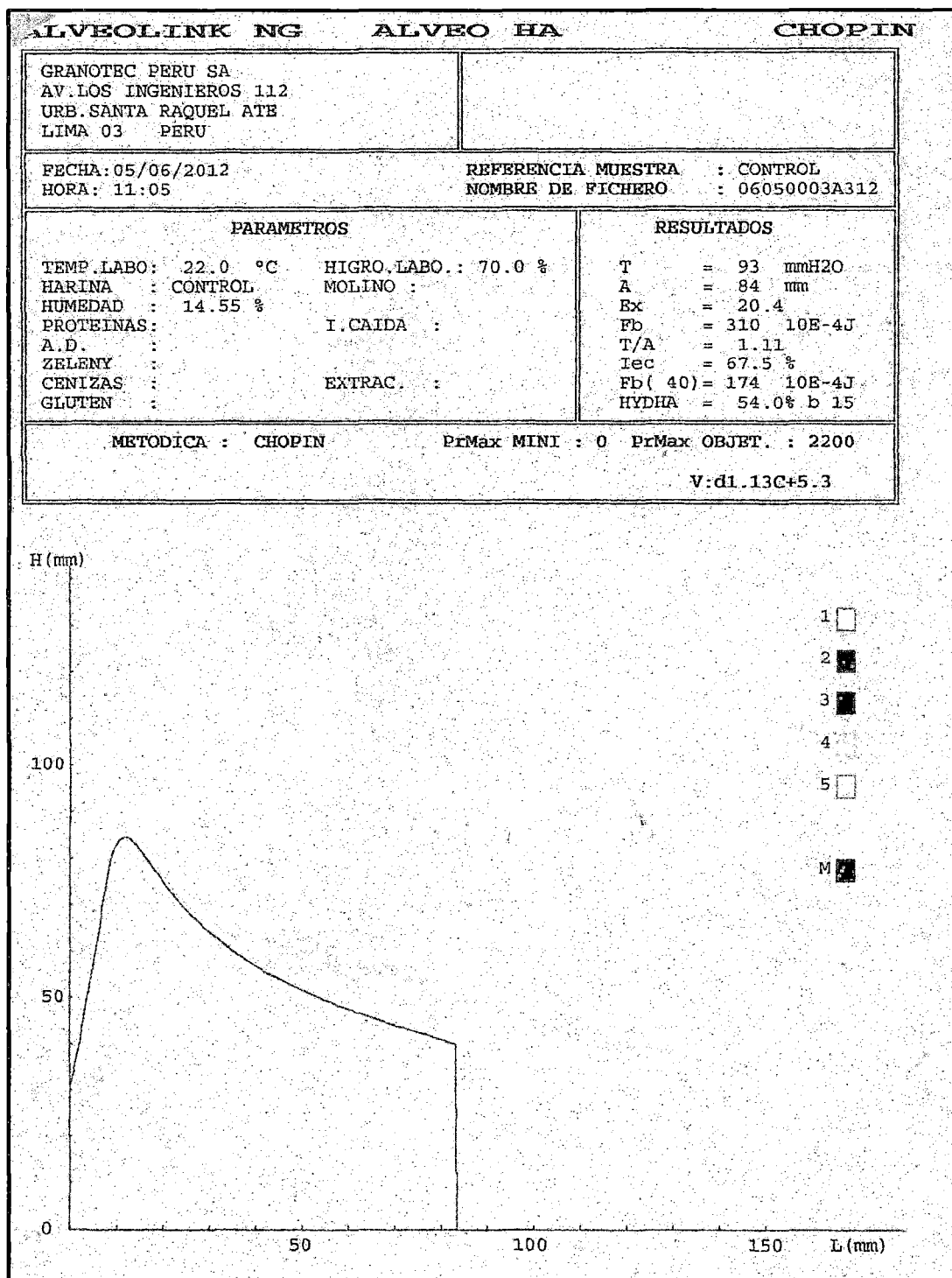
**Anexo 6. Gráficas del Consistograma y Alveograma para la harina con los cinco Tratamientos**

**Consistograma Muestra Control (100% Harina de trigo)**



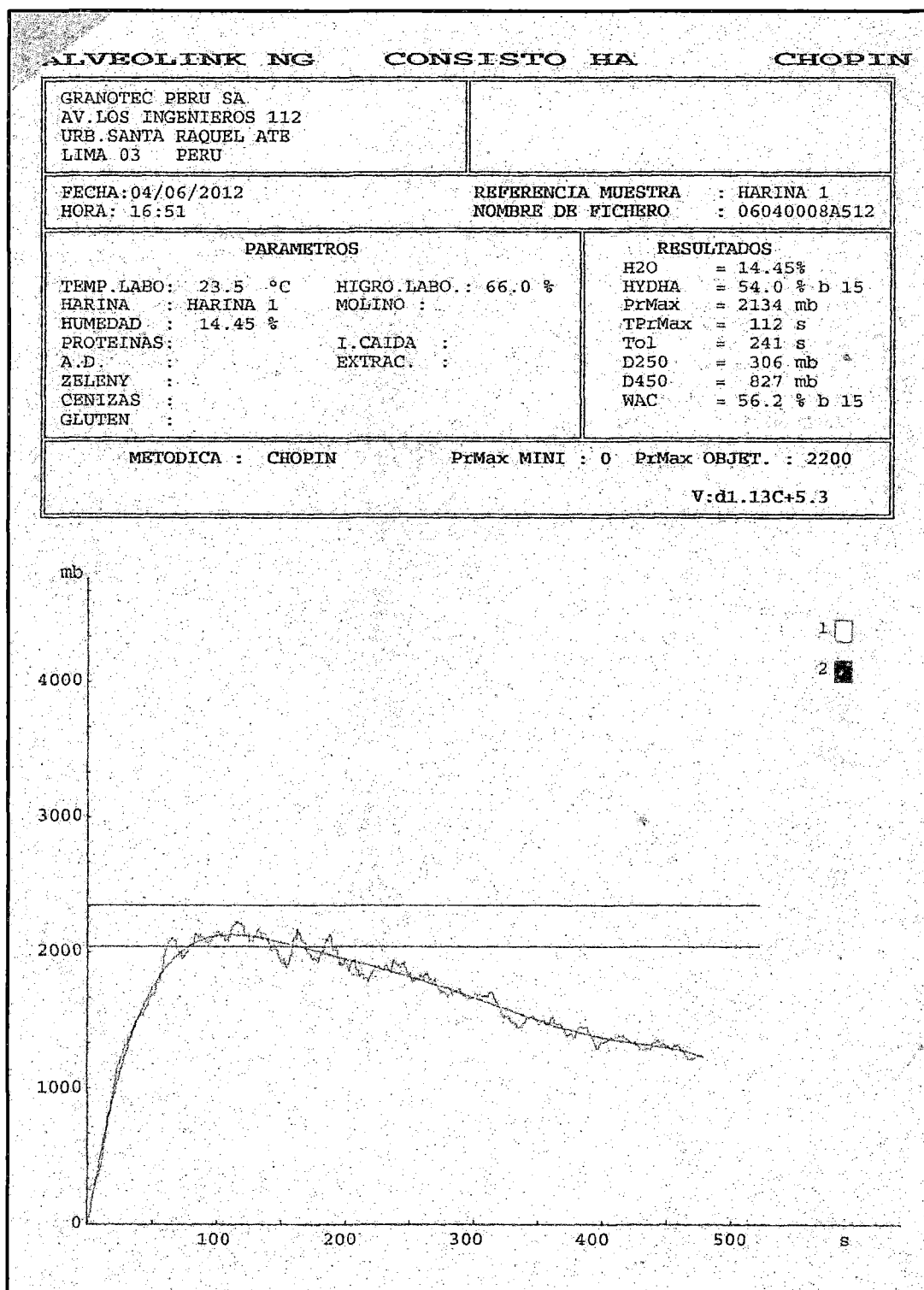
Fuente: Granotec (2012)

Alveograma Muestra Control (100% Harina de trigo)



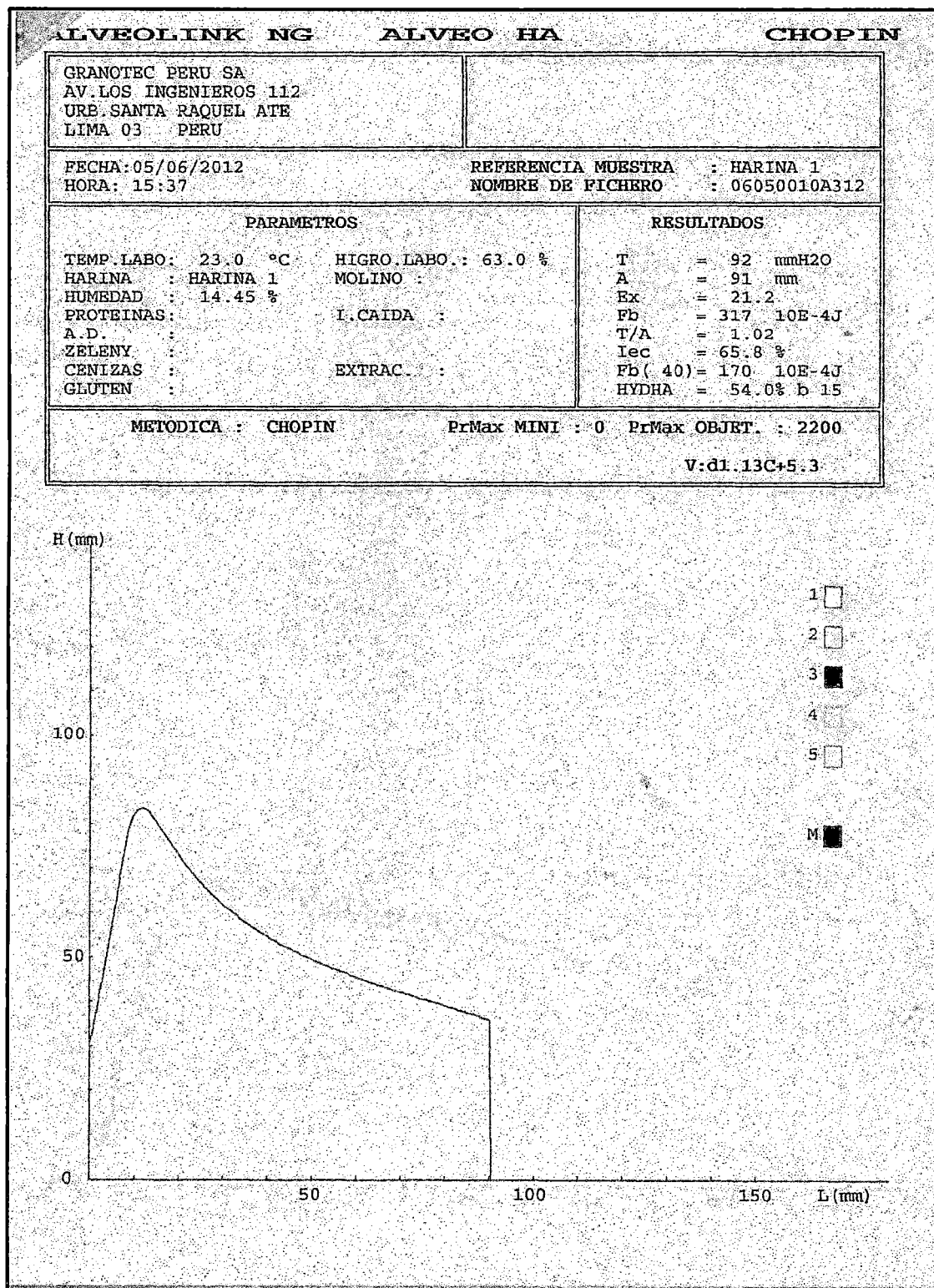
Fuente: Granotec (2012)

### Consistograma Muestra de Harina + 0.3% de goma de Tara



Fuente: Granotec (2012)

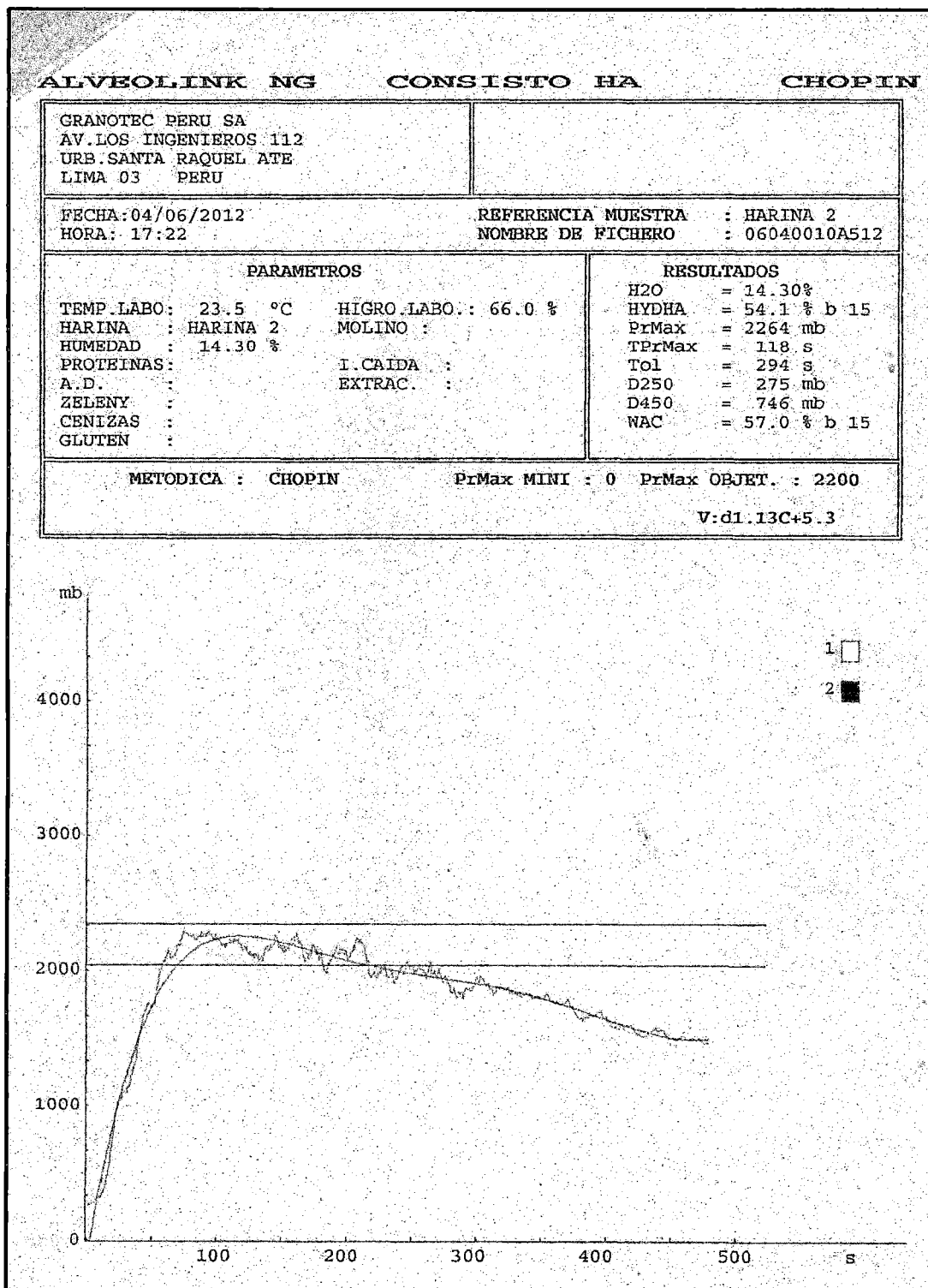
## Alveograma Muestra de Harina + 0.3% de goma de Tara



Fuente: Granotec (2012)

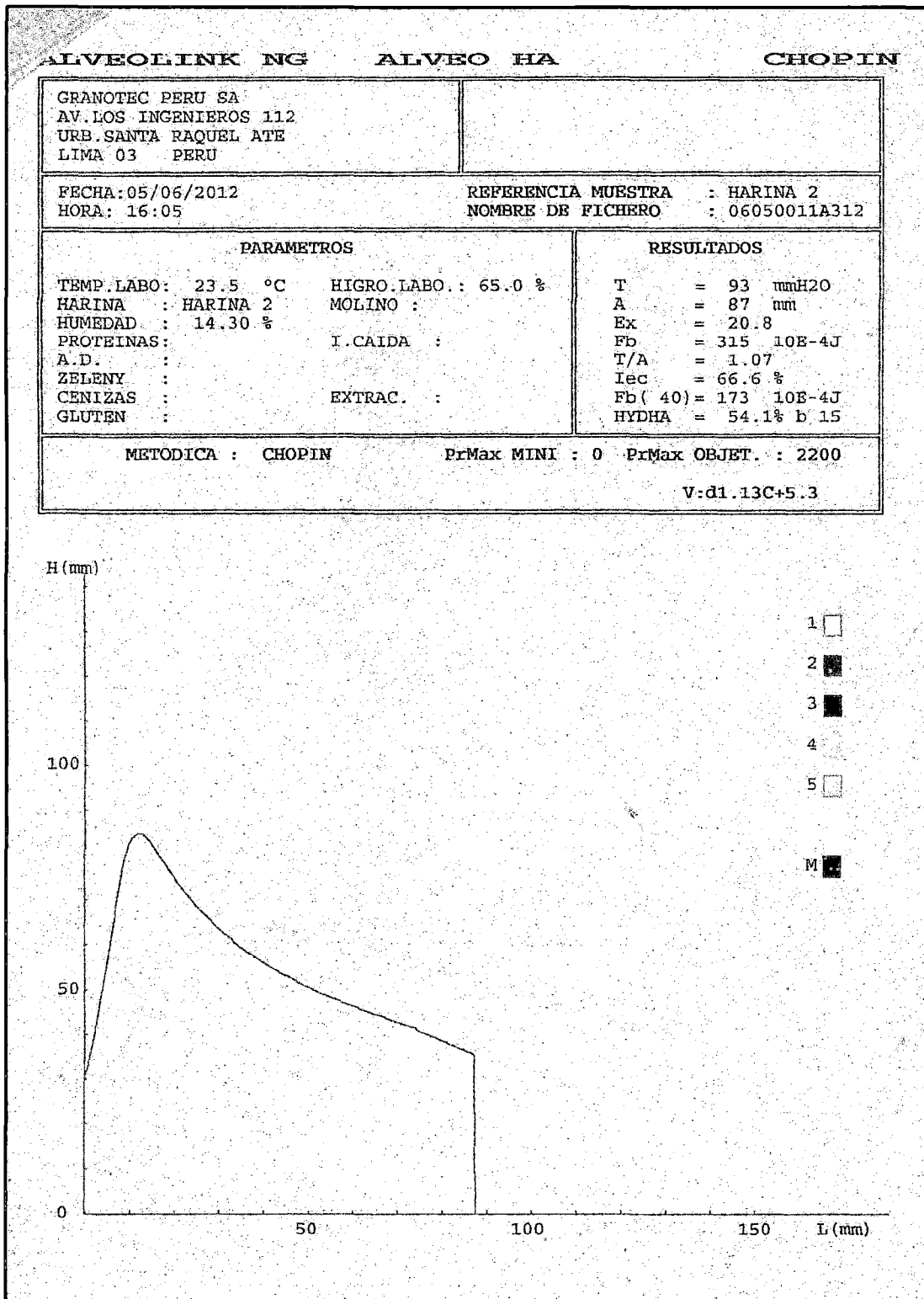


### Consistograma Muestra de Harina + 0.5% de Goma de Tara



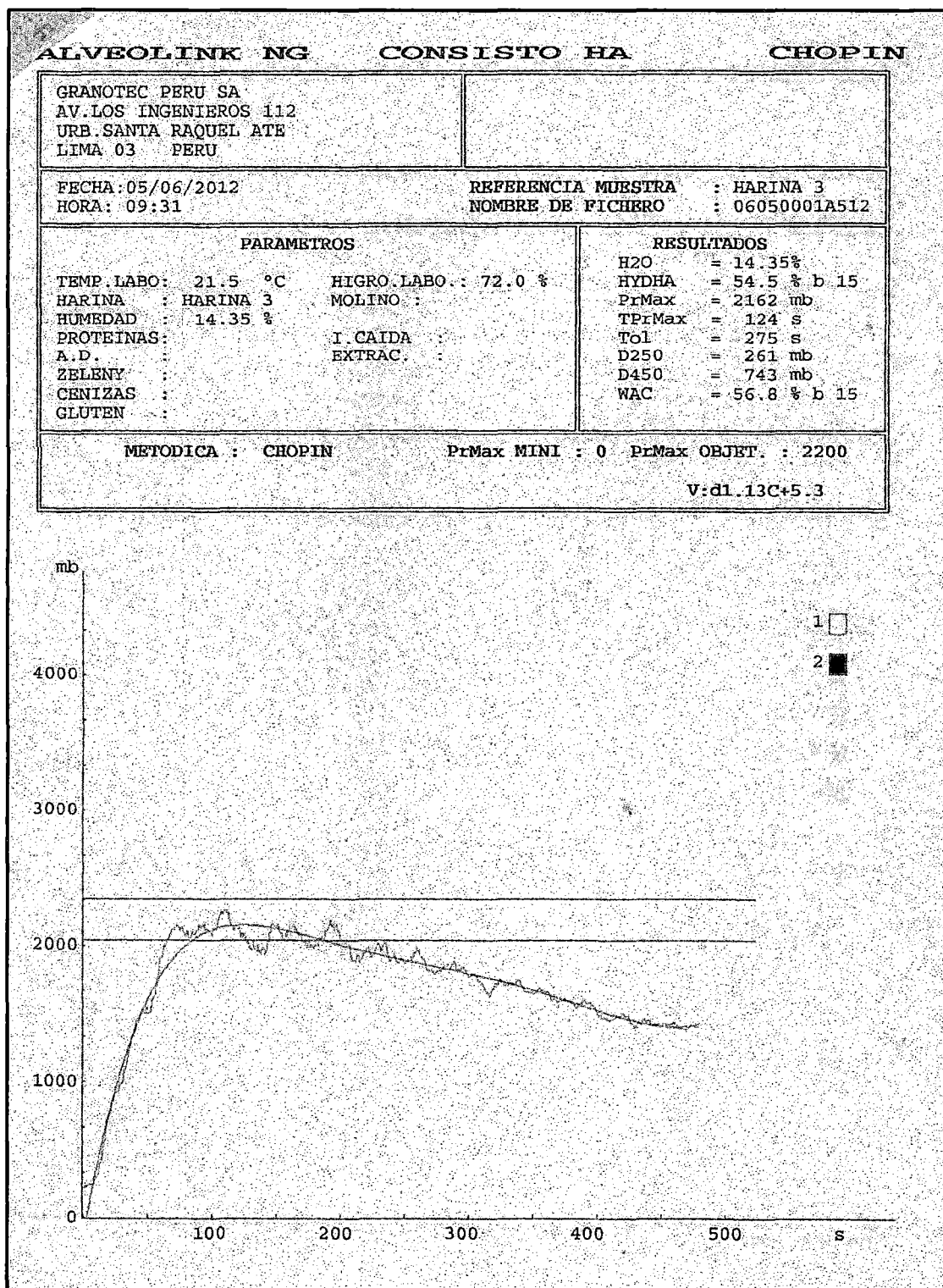
Fuente: Granotec (2012)

Alveograma Muestra de Harina + 0.5% de Goma de Tara



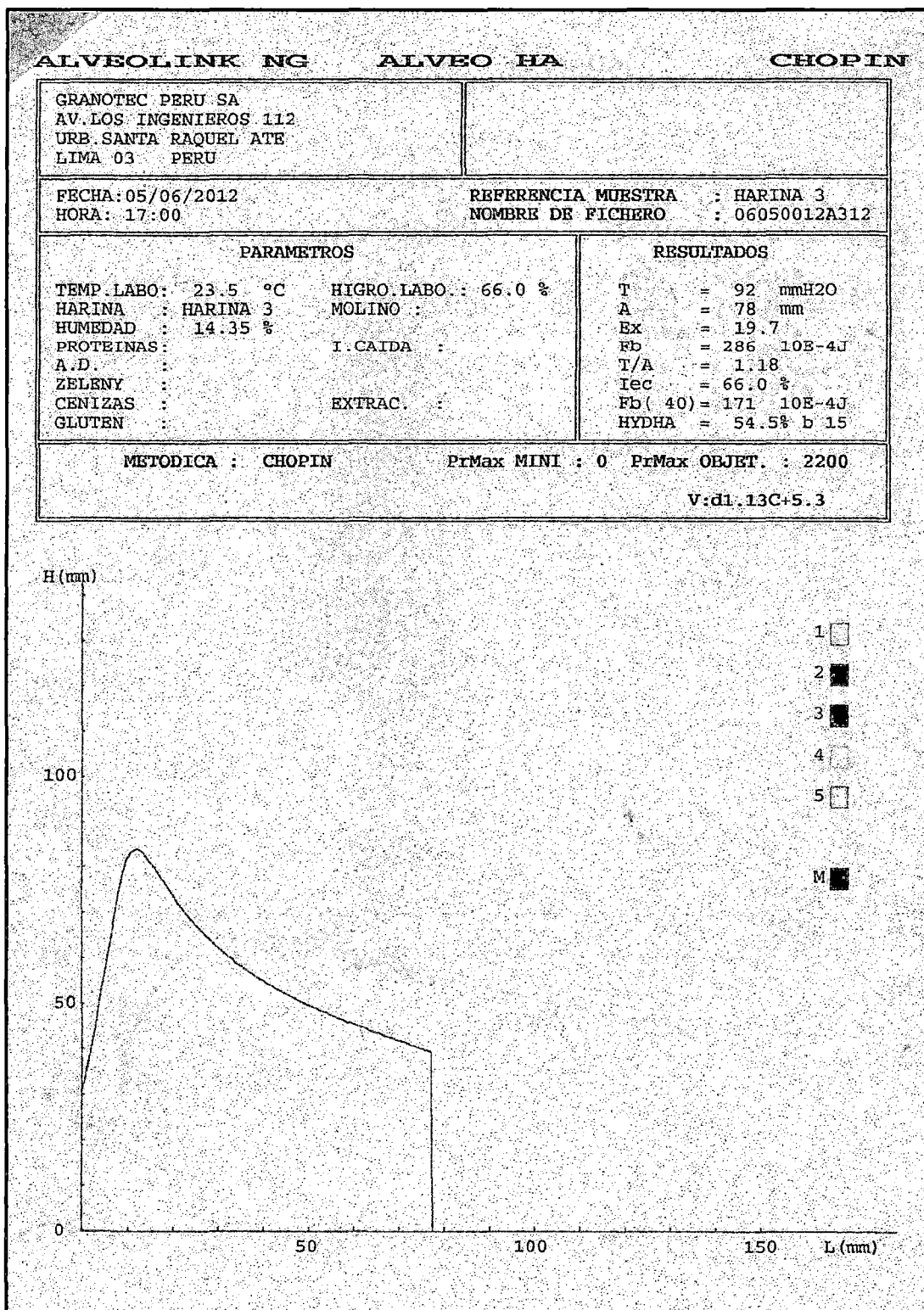
Fuente: Granotec (2012)

### Consistograma Muestra de Harina + 0.7% de Goma de Tara



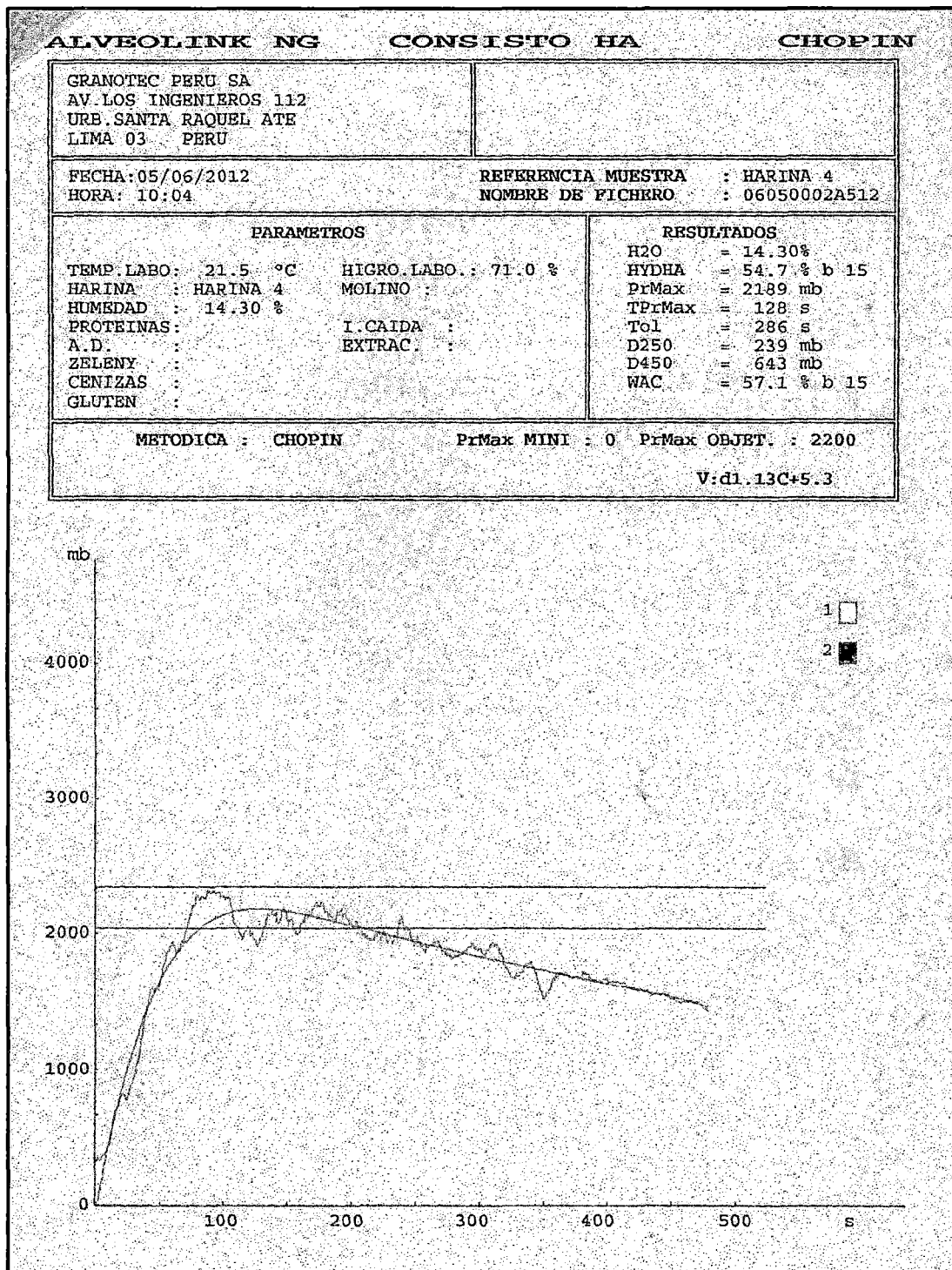
Fuente: Granotec (2012)

## Alveograma Muestra de Harina + 0.7% de Goma de Tara



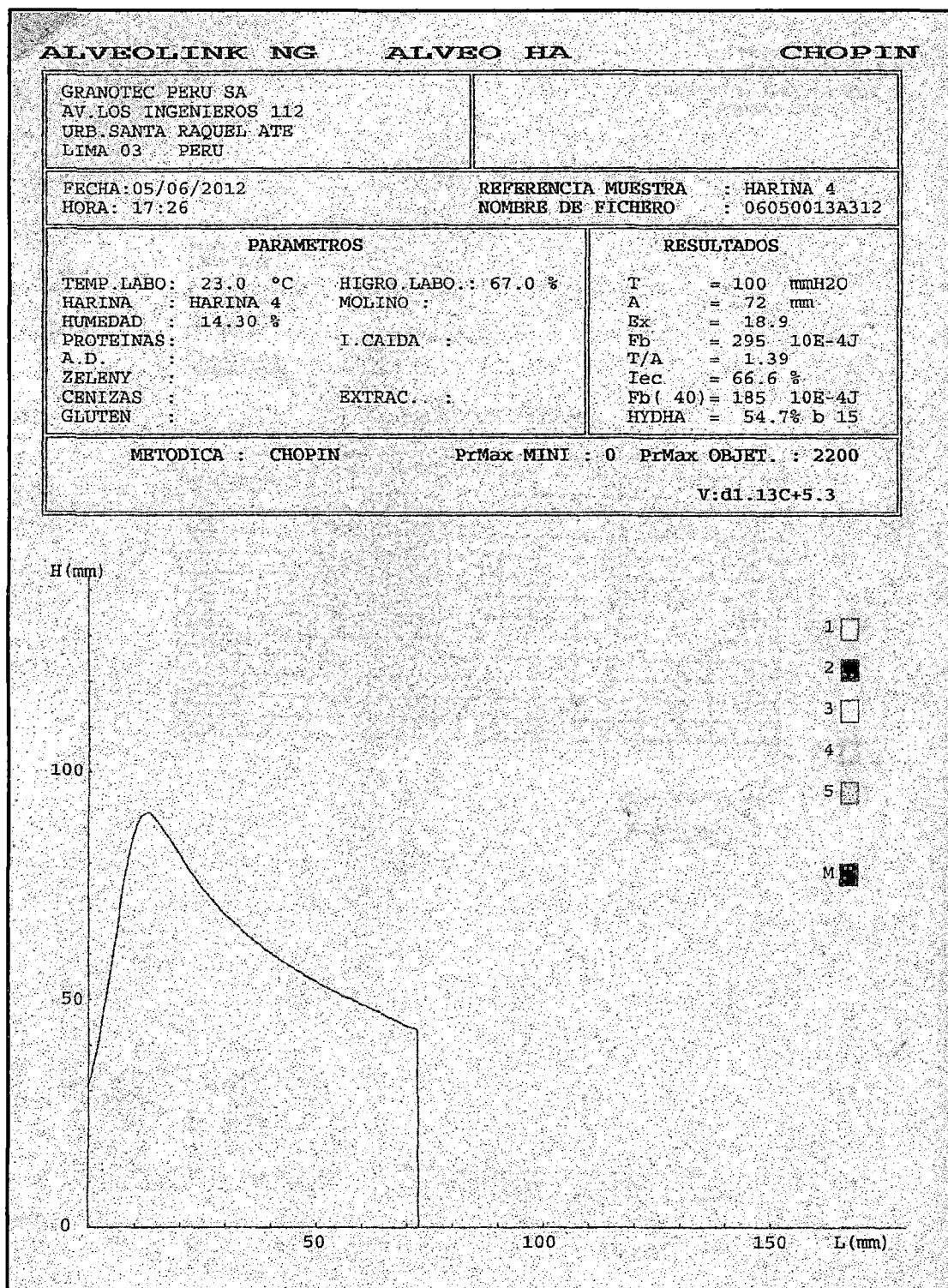
Fuente: Granotec (2012)

Consistograma Muestra de Harina + 1% de goma de Tara

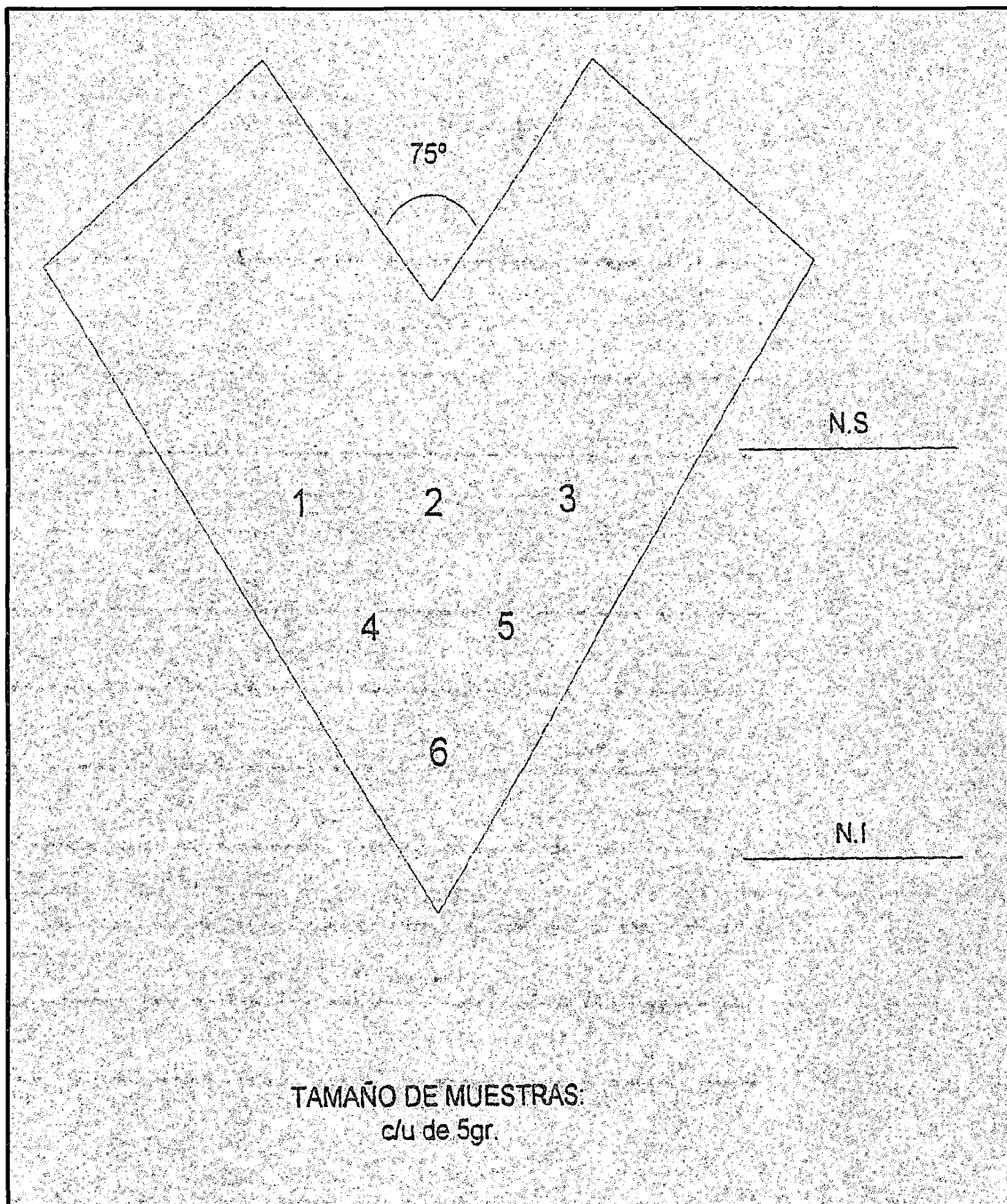


Fuente: Granotec (2012)

## Alveograma Muestra de Harina + 1% de goma de Tara




Fuente: Granotec (2012)

**Anexo 7. Esquema de Localización de Toma de Muestras en una Mezcladora**


Fuente. Wilcox, A. (1996). Kansas, U.S.A

**Anexo 8. Informe de Análisis Microbiológico de Salmonella en Premezclas Experimentales**



**CERPER**  
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA  
CON REGISTRO N° IE 003



Registro N° IE 003

**INFORME DE ENSAYO N° 3-20786/12**

Pág. 1/1

<b>Solicitante</b>	<b>MAYAUTE DOMINGUEZ, YLSE</b>
<b>Domicilio Legal</b>	<b>Mz. 92 Lote 7 Calle Los Rosales - Marquez - Ventanilla</b>
<b>Producto Declarado</b>	<b>PREMEZCLA PARA PAN DE MOLDE</b>
<b>Cantidad de muestra para ensayo</b>	<b>05 muestras x 500 g. c/u. Muestra proporcionada por el solicitante</b>
<b>Forma de Presentación</b>	<b>En bolsa de polietileno, corrada y conservada a temperatura ambiente.</b>
<b>Identificación de la muestra</b>	<b>Según se indica</b>
<b>Fecha de Recepción</b>	<b>2012 - 12 - 12</b>
<b>Fecha de Inicio del ensayo</b>	<b>2012 - 12 - 12</b>
<b>Fecha de Término del ensayo</b>	<b>2012 - 12 - 16</b>
<b>Ensayo realizado en</b>	<b>Laboratorio de Microbiología</b>
<b>Identificado con</b>	<b>H/S 12016921 (20072)</b>
<b>Validez del documento</b>	<b>Este Documento tiene validez solo para la muestra descrita, por un periodo de 30 días a partir de la fecha de emisión del documento.</b>

---

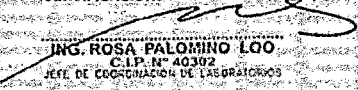
Muestras	Ensayos / Resultados
	Salmonella (25g)
0.3 %	Ausencia
0.5 %	Ausencia
0.7 %	Ausencia
1 %	Ausencia
Control	Ausencia

**Métodos:**  
Salmonella: ICMSF 2DA. ED. Vol.1, Parte B, Pag.172-176 PTO.10 (a) y (c)177-178. (Traducción de la versión original 1978) Reimpresión . 2000.  
Edición Actual. 1993 salmonelas.

**OBSERVACIONES**  
Prohibida la reproducción total o parcial de este Informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calleo, 16 de Diciembre del 2012  
DV

**CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.**



**ING. ROSA PALOMINO LOO**  
C.I.P. N° 40302  
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

**GALLAO**  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Gallao  
T. (511) 319 9000 - F. (511) 420 4128  
info@cerper.com - www.cerper.com

**CHIMBOTE**  
Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico  
Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote  
T. (043) 311 048 - F. (043) 314 620  
info@cerper.com - www.cerper.com

**PIURA**  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 8975 63161  
info@cerper.com - www.cerper.com

**Fuente: Cerper (2012)**

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



### Anexo 9. Test de Evaluación Sensorial

#### TEST DE ACEPTACIÓN

**NOMBRE:**

**FECHA:**

**Pruebe la muestra indicada y ubique en la escala, con una X, la intensidad de agrado o desagrado para cada atributo.**

ATRIBUTO	ESCALA	MUESTRAS				
		6224	3500	3831	5590	3749
<b>Suavidad</b>	Gusta Mucho					
	Gusta Moderadamente					
	Ni gusta ni disgusta					
	Disgusta Moderadamente					
	Disgusta Mucho					
<b>Humedad</b>	Gusta Mucho					
	Gusta Moderadamente					
	Ni gusta ni disgusta					
	Disgusta Moderadamente					
	Disgusta Mucho					
<b>Esponjosidad</b>	Gusta Mucho					
	Gusta Moderadamente					
	Ni gusta ni disgusta					
	Disgusta Moderadamente					
	Disgusta Mucho					
<b>Sabor</b>	Gusta Mucho					
	Gusta Moderadamente					
	Ni gusta ni disgusta					
	Disgusta Moderadamente					
	Disgusta Mucho					
<b>Apariencia General</b>	Gusta Mucho					
	Gusta Moderadamente					
	Ni gusta ni disgusta					
	Disgusta Moderadamente					
	Disgusta Mucho					

**Observaciones:**

---



---



---



---

## Anexo 10. NTP. 206.004.1988

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 206.004  
1988 (Revisada el 2011)

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Bancas Comerciales no Arancelarias-INDECOPI  
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

PAN DE MOLDE: PAN BLANCO, PAN INTEGRAL Y  
SUS PRODUCTOS TOSTADOS

MOLD BREAD: WHITE BREAD, WHOLE-WHEAT BREAD AND ITS PRODUCTS

2011-03-30  
1ª Edición

R.0008-2011/CNB-INDECOPI. Publicada el 2011-04-14

Precio basado en 09 páginas

I.C.S.: 67.060

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Pan, molde, blanco, integral, tostado

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 206.004  
1 de 9

## PAN DE MOLDE: PAN BLANCO, PAN INTEGRAL Y SUS PRODUCTOS TOSTADOS

### 1. NORMAS A CONSULTAR

NTP 202.005	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche en polvo. Requisitos
NTP 205.027	HARINA DE TRIGO PARA CONSUMO DOMÉSTICO Y USO INDUSTRIAL.
NTP 206.006	PRODUCTOS DE PANADERÍA. Extracción y preparación de la muestra para el laboratorio
NTP 206.007	PRODUCTOS DE PANADERÍA. Determinación del porcentaje de cenizas
NTP 206.008	PRODUCTOS DE PANADERÍA. Determinación del porcentaje de acidez titulable
NTP 206.011	BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de humedad
NTP 209.002	MANTECAS
NTP 209.016	SAL PARA USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA
NTP 209.038	ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 206.004  
2 de 9

---

NTP 209.180	LEVADURAS. Levadura industrial para panificación. Definiciones y requisitos
NTP 205.040	HARINAS SUCEDÁNEAS DE LA HARINA DE TRIGO. Generalidades
NTP 207.003	AZÚCAR. Azúcar refinado. Requisitos
NMP 001	PRODUCTOS ENVASADOS. Rotulado

## 2. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 La presente Norma Técnica Peruana establece las definiciones y requisitos que debe cumplir el pan de molde, tanto blanco como integral, así como el pan tostado que tiene a los mencionados como producto anterior.

## 3. DEFINICIONES

3.1 **pan de molde:** Es el producto obtenido por la cocción en moldes, de una masa fermentada hecha básicamente con harina de trigo, agua potable, sal, azúcar, levadura y manteca, pudiendo tener otros ingredientes y aditivos permitidos.

3.1.1 **pan integral:** Es el pan de molde elaborado con harina integral.

3.1.2 **pan blanco:** Es el pan de molde elaborado con harina, con un máximo de 82 % de extracción.

3.1.3 **pan corriente:** Es el pan de molde elaborado con harina de más de 82 % hasta 86 % de extracción.

3.2 **pan tostado de molde:** Es el producto que como producto anterior tiene el pan de molde (apartado 3.1) y que ha sido tostado (o secado) bajo condiciones controladas.

#### 4. CLASIFICACIÓN

4.1 Según el producto haya sido o no adicionado de aditivos se clasificará en:

4.1.1 Con aditivos.

4.1.2 Sin aditivos.

4.2 Según el grado de extracción de la harina utilizada, el pan de molde se clasificará en:

4.2.1 Pan integral.

4.2.2 Pan blanco.

4.2.3 Pan corriente.

Correspondiendo la misma clasificación para los productos tostados correspondientes.

#### 5. CONDICIONES GENERALES

5.1 Los diversos ingredientes utilizados en la elaboración del producto deberán ser suministrados cumpliendo con sus Normas Técnicas Peruanas correspondientes.

5.2 El producto deberá estar exento de materias extrañas, manchas, roturas así como de olores, colores y sabores desagradables.

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 206.004  
4 de 9

---

5.3 El producto deberá presentar uniformidad en sus dimensiones, forma, volumen y apariencia en general.

5.4 El pan de molde deberá tener una miga esponjosa, sin zonas almidonosas, su color será uniforme el mismo que dependerá de las harinas empleadas; y no será pegajosa ni desmenuzable.

5.5 El pan tostado deberá tener una miga esponjosa y crocante, sin zonas almidonosas, su color será dorado uniforme el mismo que dependerá de las harinas empleadas.

5.6 Se podrá emplear también mezclas de harina de trigo con harina sucedáneas (otros cereales, tubérculos, raíces, oleaginosas) y otras aptas para panificación cuyos componentes no sean dañinos a la salud y que cumplan con las NTP correspondientes.

5.6.1 La mezcla no deberá contener más de un equivalente al 10 % de harinas sucedáneas panificables.

## 6. REQUISITOS

### 6.1 Requisitos físico-químicos

6.1.1 **Humedad:** Será como máximo 40 % (base húmeda) para cualquier tipo de pan de molde; y de 6 % (base húmeda) como máximo para cualquier tipo de pan tostado de molde.

6.1.2 **Acidez:** Será como máximo 0,5 % (base seca) expresada en ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) para cualquiera de los productos considerados en la presente NTP.

6.1.3 **Cenizas:** Será como máximo 4,0 % (base seca) para cualquier de los productos considerados en la presente NTP.

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 206.004  
5 de 9

## 6.2 Aditivos alimentarios

En la elaboración del producto estará permitido el uso de los aditivos siguientes, el mismo que será verificado por la autoridad sanitaria así como también la verificación de su pureza:

6.2.1	Ácidos, Bases y Sales	Dosis máxima de uso
	Ac. acético	2 000 mg/kg (a)
	Fosfatos (mono y difosfatos de Na K y Ca; polifosfatos de K y Na	PCF*
	Cloruros NH <sub>4</sub>	2.500 mg/kg (b)
	Carbonatos de Ca	PCF
6.2.2	Antioxidantes o sinergistas	
	Ácido ascórbico	PCF*
	BHA, BHT (sólo para pan tostado blanco o integral y pan integral)	200 mg/kg
6.2.3	Colorantes, de acuerdo a la NTP 209.134	
6.2.4	Enzimas	
	Amilasa ( $\alpha$ o $\beta$ )	} PCF*
	Proteinasa	
	Solas o mezcladas	
6.2.5	Saborizantes	
	Naturales y artificiales permitidos por la autoridad sanitaria.	

(a) Durante la elaboración del pan para evitar el "roping" (aspecto filamentososo en el pan).

(b) Cálculado sobre la harina.

\* PCF Prácticas correctas de fabricación.

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 206.004  
6 de 9

**6.2.6 Agentes ablandadores**

Se permitirá el uso de aceites  
minerales sólo como lubricantes:

2 000 mg/kg (b,c)

**6.2.7 Emulsificantes**

Glicéridos (etoxilados)  
Glicéridos (mono y di) de ácidos  
grasos dietéticos  
Lecitina  
Ésteres poliglicerol  
Ésteres propilenglicol de ácidos  
grasos  
Compuestos sorbitan  
Compuestos sorbitan (derivados  
polyoxietileno)  
Aceite de soya  
Ésteres estearil  
Ácido láctico-2-estearol y sus  
sales de Ca y Na

PCF\*

**6.2.8 Agentes oxidantes**

Azodicarbonamida  
Bromatos de Ca y K  
Peróxido de Ca  
Yodatos de K y Ca  
Cisteína y cloruros

45 mg/kg  
75 mg/kg solos o  
en combinación  
90 mg/kg

**6.2.9 Conservadores**

Ácido propiónico y sus sales de Ca  
y Na  
Ácido sórbico y sus sales de Ca, K  
y Na

4 000 mg/kg  
1 500 mg/kg

(c) Como agente ablandador y como agente engrasante de moldes.



---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 206.004  
7 de 9

---

**6.2.10 Vitaminas y nutrientes**

**Dosis mínima de uso por kg  
de producto**

Tiamina	4,4 mg
Riboflavina	2,6 mg
Niacina	35,0 mg
Hierro	28,0 mg

Estas dosis corresponderán al producto que se denomine "Pan enriquecido", asimismo, en adición a lo mencionado se podrá adicionar otros nutrientes en proporciones que serán dadas por la autoridad sanitaria.

**7. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN**

7.1 Se efectuará de acuerdo a lo establecido en la NTP correspondiente.

**8. MÉTODOS DE ENSAYO**

8.1 Los ensayos necesarios se efectúan según las NTP correspondientes.

**9. ENVASE Y ROTULADO**

**9.1 Envase**

9.1.1 El producto con aditivos, deberá estar envasado.

9.1.2 Los materiales para envasado deberán ser seleccionados de tal forma, que mantengan en buen estado el producto, hasta la venta final; y, deberán reunir las siguientes características:

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 206.004  
8 de 9

---

- a) Proteger sus cualidades organolépticas y características.
- b) Proteger al producto de cualquier contaminación.
- c) Prevenir la pérdida de humedad.
- d) El envase no deberá comunicar ninguna sustancia tóxica ni imprimir color, sabor, olor u otras características extrañas.
- e) El envase deberá permitir ver el producto, total o parcialmente.

## 9.2 Rotulado

9.2.1 El rotulado deberá cumplir con la NTP 209.038 y la NMP 001.

9.2.2 Si el envase no está impreso deberá llevar interiormente una etiqueta rotulada.

9.2.3 La etiqueta rotulada no deberá comunicar al producto, ninguna sustancia tóxica, ni imprimir color, sabor, olor u otras características extrañas.

## 10. ANTECEDENTES

10.1 Comisión del Codex Alimentarius, Documento CX/FAC 88/10 Parte II, Enero 1988. Aprobación de disposiciones sobre aditivos alimentarios en las Normas del Codex para productos (harina de trigo).

10.2 Dehove Raymond. La réglementation des produits alimentaires et non alimentaires – France – Paris.

10.3 Elsevier Scientific Publishing Company. Food additives tables Classes I-IV 1980.

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 206.004  
9 de 9

10.4            ICONTEC 1363 Industrias Alimentarias. Pan común. Requisitos generales  
(82-05-05) Bogotá – Colombia.

10.5            Indian Standard IS 1483-1968 Specification for white bread – New Delhi –  
India.

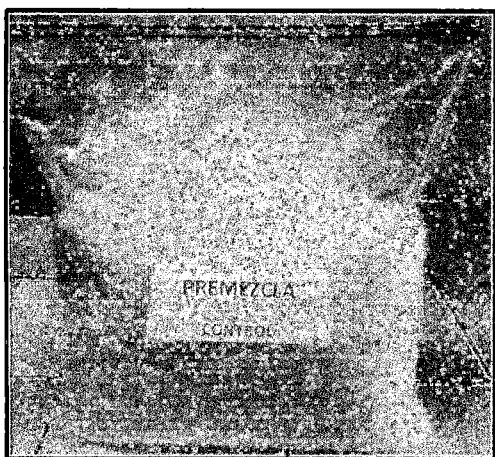
10.6            Juan de la Canal – Código Alimentario Argentino

10.7            Legislación Alimentaria Española. Ca. XX.

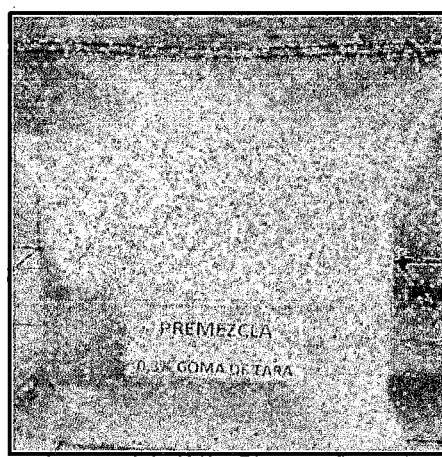
10.8            Ministerio de Salud. Lima – Perú. Reglamento Sanitario de Alimentos.

10.9            Servicio Nacional de Salud. Santiago – Chile. Reglamento Sanitario de  
Alimentos.

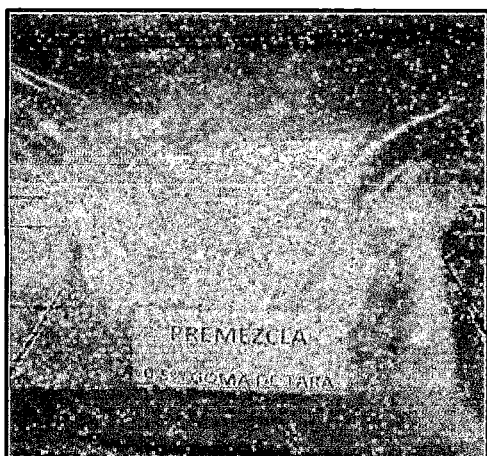
### Anexo 11. Premezclas Experimentales



**PREMEZCLA CONTROL**



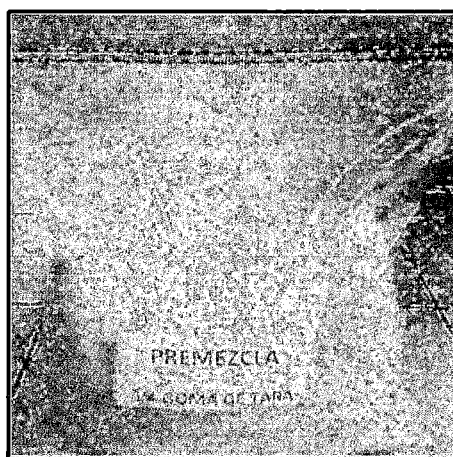
**PREMEZCLA CON 0.3% GOMA DE TARA**



**PREMEZCLA CON 0.5% GOMA DE TARA**

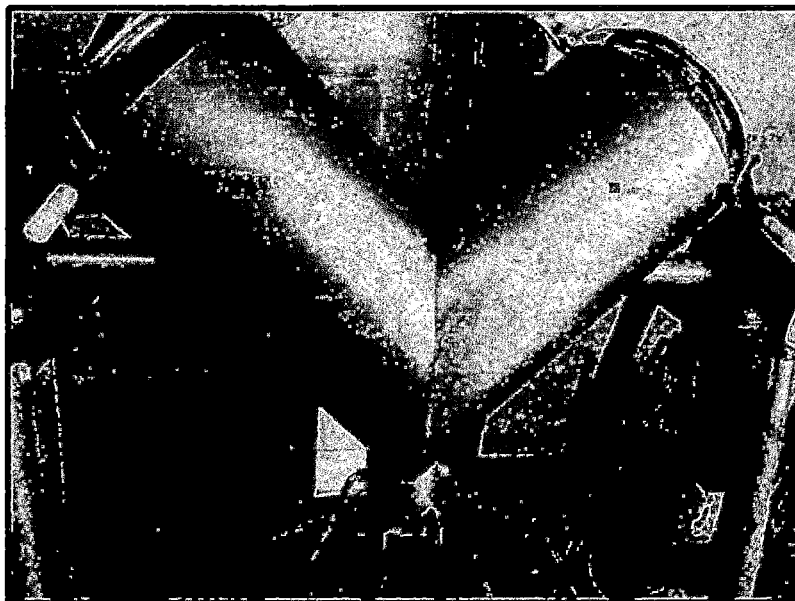


**PREMEZCLA CON 0.7% GOMA DE TARA**



**PREMEZCLA CON 1.0% GOMA DE TARA**

**Anexo 12. Mezcladora de Volteo en forma de V utilizada en la preparación de las premezclas**



Anexo 13. Pruebas de Panificación

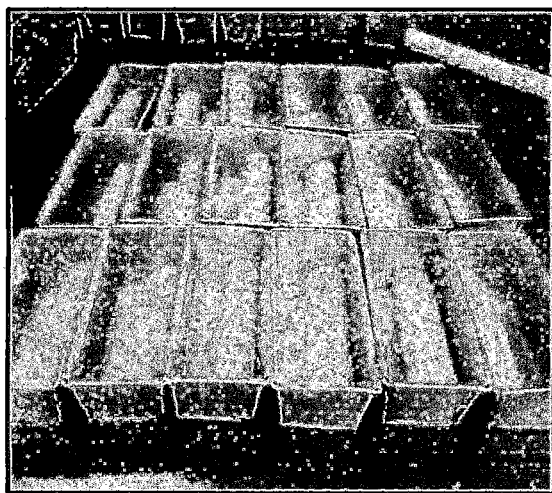
PESADO DE INSUMOS



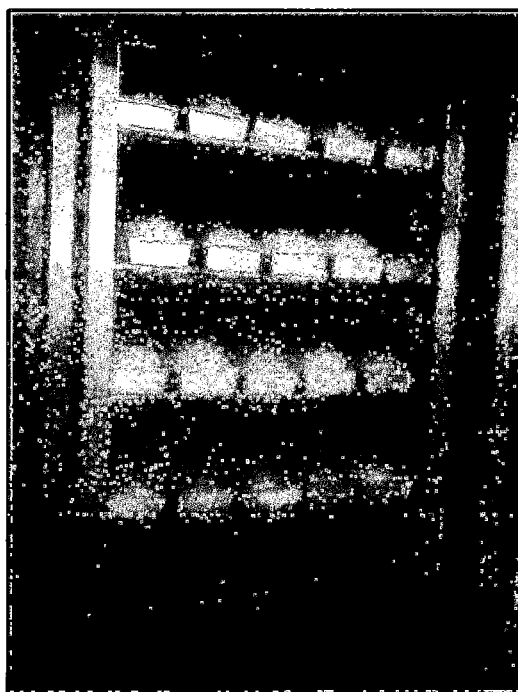
AMASADO - SOBADO



FORMADO MANUAL



FERMENTACIÓN



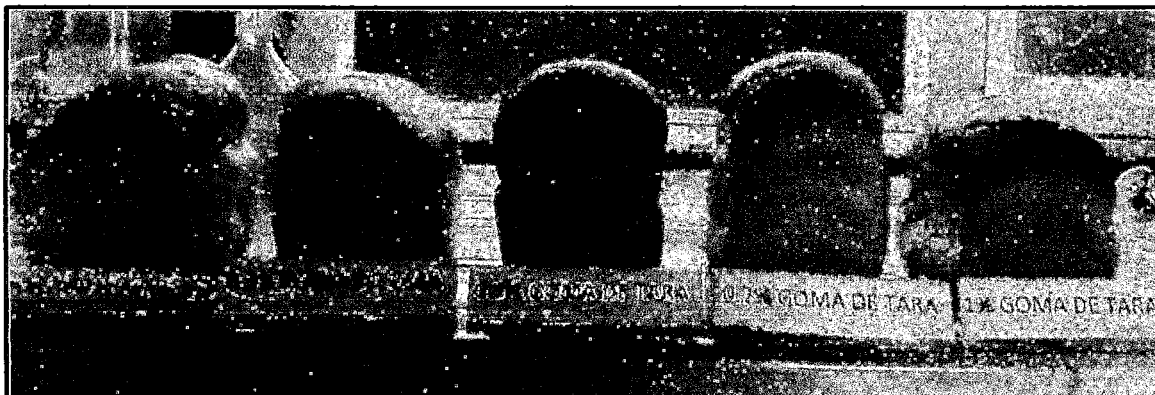
HORNEADO



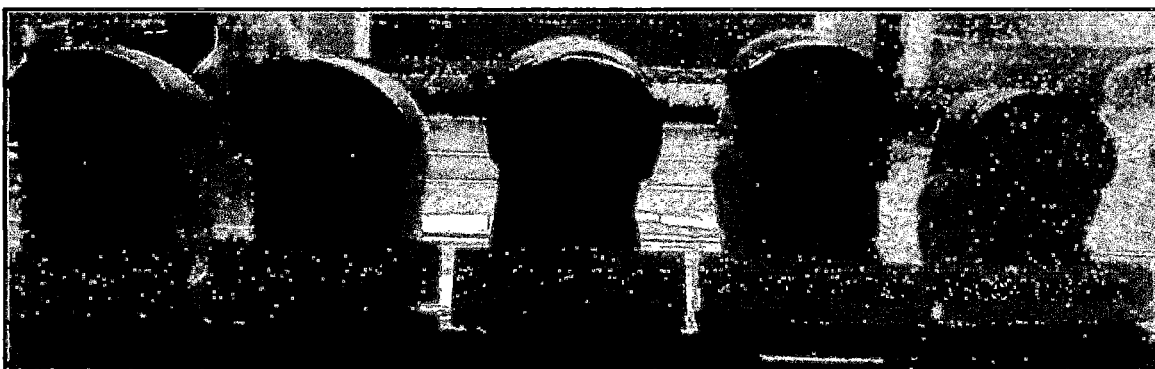
EMBOLSADO



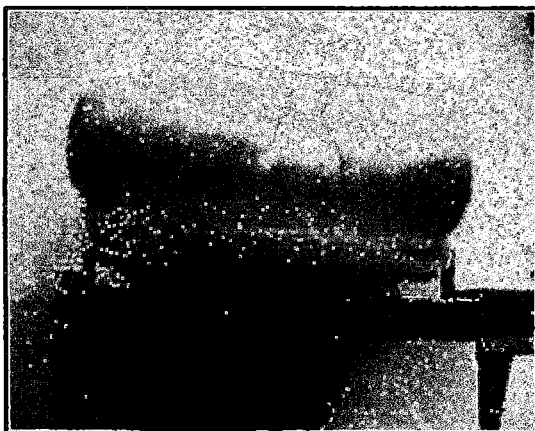
#### Anexo 14. Panes Experimentales



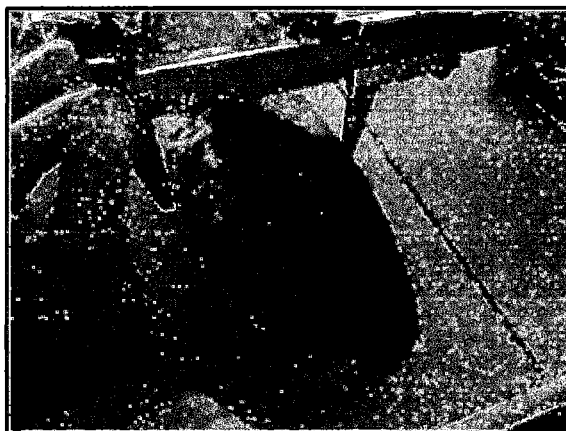
**PANES DE MOLDE ENTEROS ELABORADOS A PARTIR DE CADA PREMEZCLA EXPERIMENTAL  
A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE GOMA DE TARA**



**CORTE TRANSVERSAL A LOS PANES DE MOLDE ELABORADOS A PARTIR DE CADA  
PREMEZCLA EXPERIMENTAL A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE GOMA DE TARA**

**Anexo 15. Análisis Físicoquímicos de los Panes**

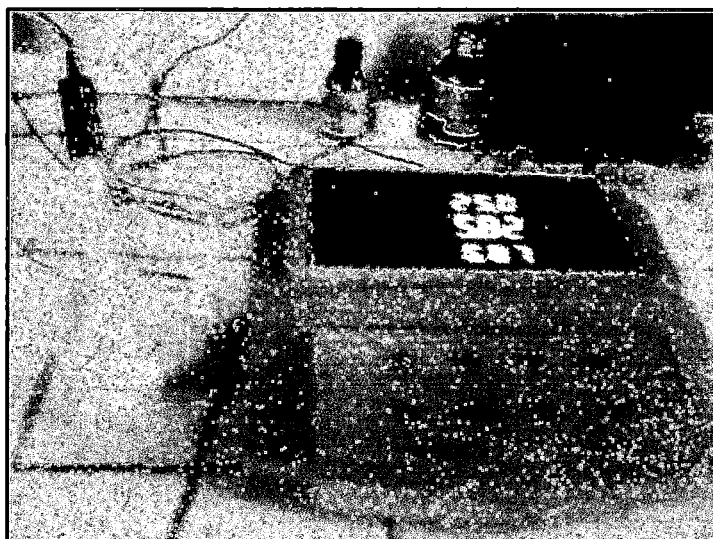
**MEDICIÓN DEL LARGO DE LOS PANES  
EXPERIMENTALES**



**MEDICIÓN DEL ANCHO DE LOS PANES  
EXPERIMENTALES**



**MEDICIÓN DEL VOLUMEN DE LOS PANES POR EL  
MÉTODO DE DESPLAZAMIENTO DE SEMILLAS**



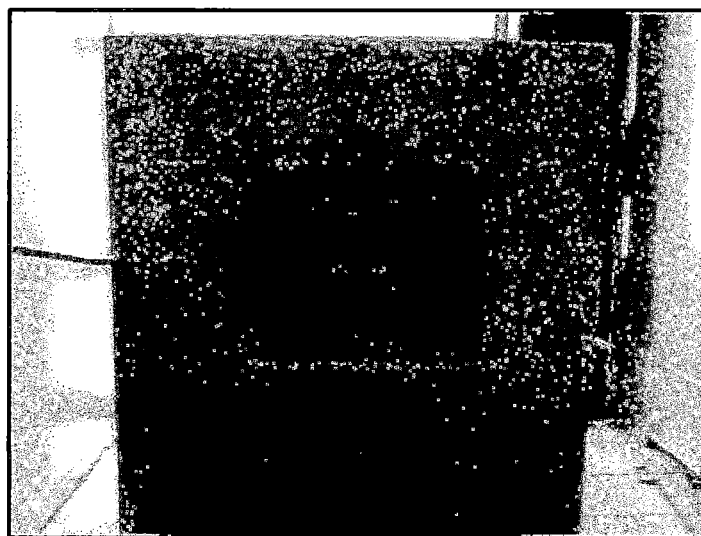
DETERMINACIÓN DEL pH POR EL MÉTODO POTENCIOMÉTRICO



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD UTILIZANDO BALANZA DE HUMEDAD



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ACIDEZ  
TITULABLE**



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS**

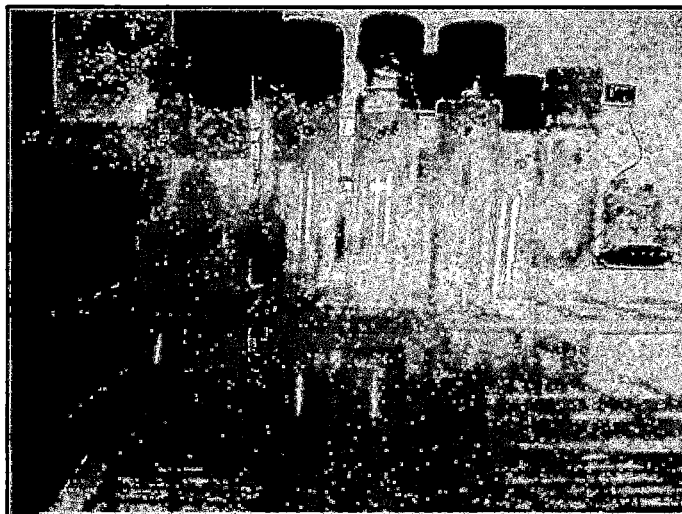
### Anexo 16. Pruebas Microbiológicas



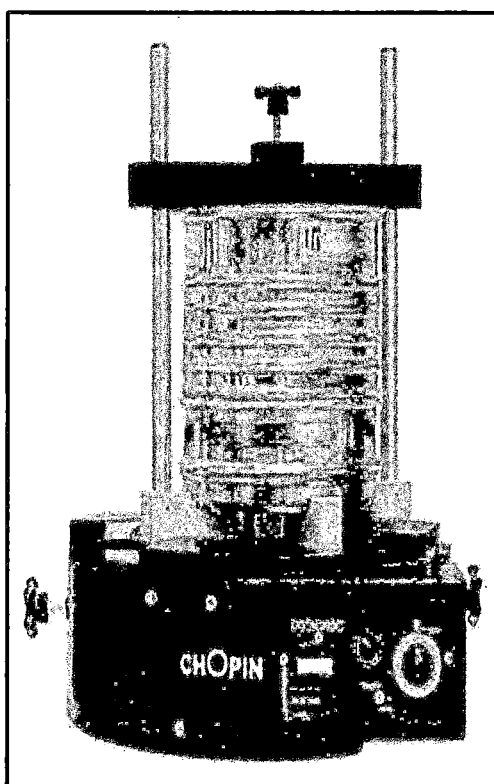
**SIEMBRA DE LAS MUESTRAS**

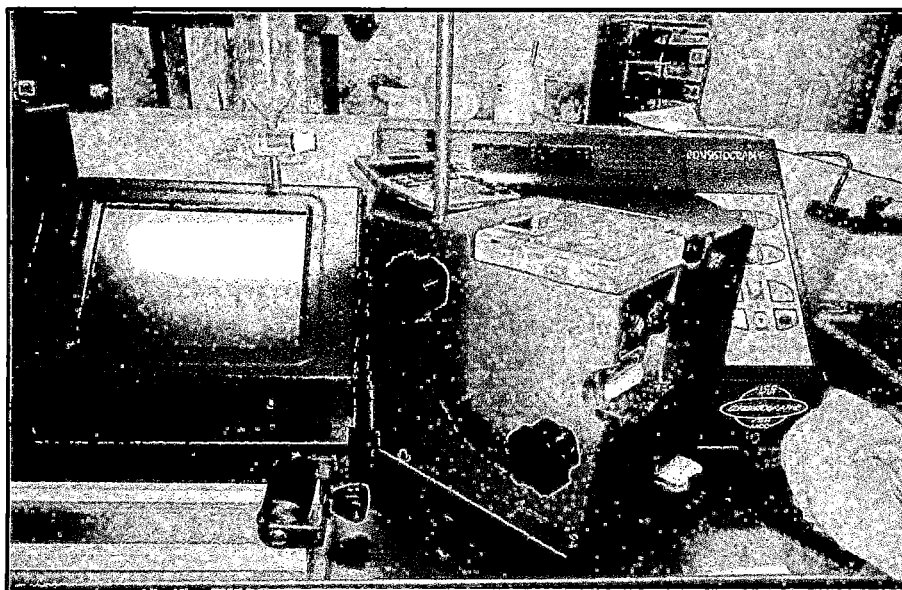
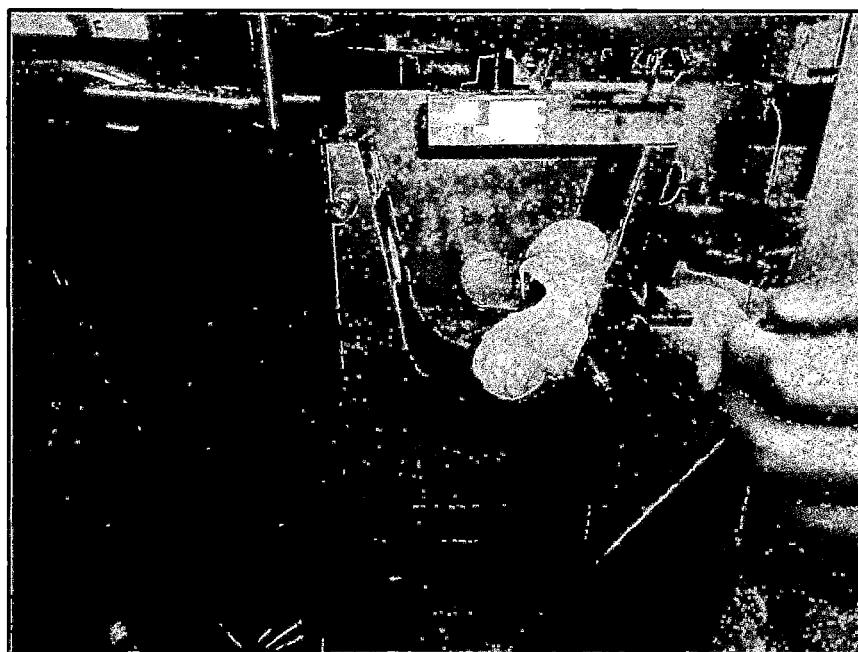


**MÉTODO DE CONTEO EN PLACA PARA MOHOS**

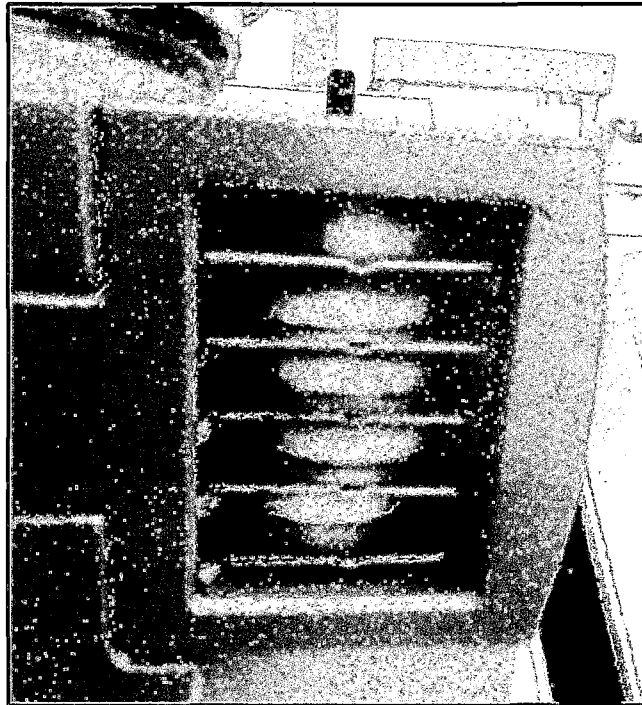


**TUBOS DE ENSAYO CON MUESTRAS PARA DETERMINACION  
DE COLIFORMES TOTALES**

**Anexo 17. Prueba de Tamizado****JUEGO DE TAMICES ROTACHOC**

**Anexo 18. Pruebas Reológicas****ALVEOCONSITÓGRAFO DE CHOPIN****PRUEBA DE AMASADO PARA LA DETERMINCIÓN DEL  
CONSISTOGRAMA**

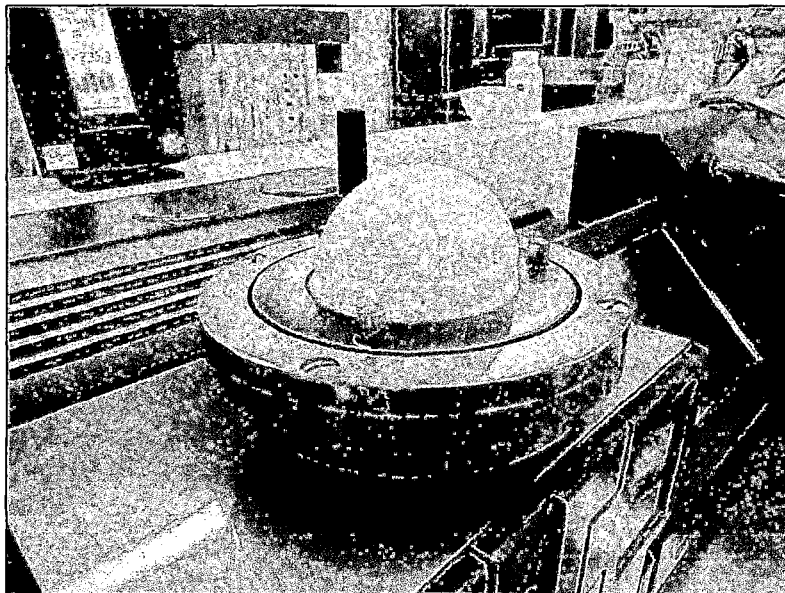




**ETAPA DE FERMENTACIÓN DE LA PRUEBA DE ALVEOCONSISTOGRAMA**



**PREPARACIÓN DE LA MASA PARA EL ALVEOGRAMA**

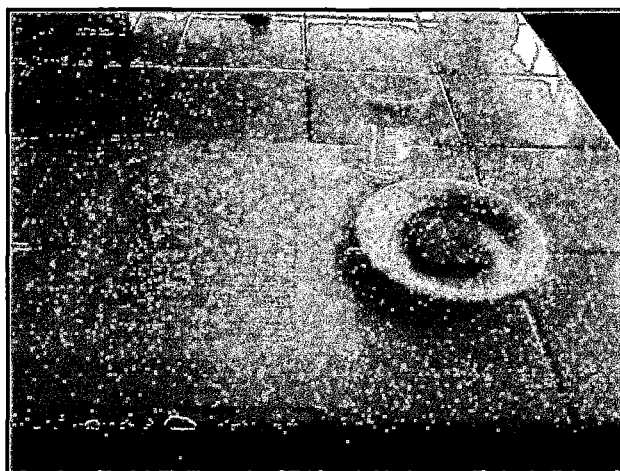


**FORMACIÓN DE LA BURBUJA DE CO2 DURANTE EL  
ALVEOGRAMA**

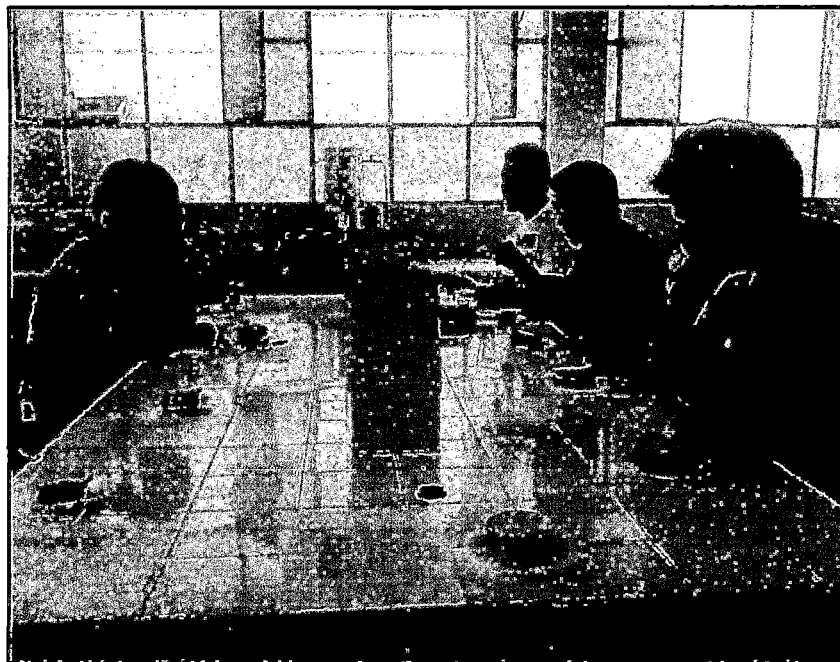
### Anexo 18. Prueba de Análisis Sensorial



**PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS EN REBANADAS**



**PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS  
SENSORIAL**



PANEL SENSORIAL