



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

## **FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

---

### **“EVALUACIÓN DE LA TEXTURA DEL PAN, ELABORADO A PARTIR DE HARINA DE TRIGO NACIONAL (*Triticum Vulgare*), CON ADICIÓN DE GLUTEN VITAL ”**

---

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

**AUTOR:**

**Acosta Granda Verónica de los Ángeles**

**TUTOR:**

**Ing. Mario Manjarrez**

**AMBATO – ECUADOR**

**2013**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Mario Manjarrez

En mi calidad de tutor del “Proyecto de Trabajo de Investigación” (Graduación), Modalidad: Trabajo estructurado de Manera Independiente (TEMI) intitulado: **“Evaluación de la textura del pan, elaborado a partir de harina de trigo nacional (*triticum Vulgare*), con adición de gluten vital”** de la egresada Verónica de los Ángeles Acosta Granda; declaro que he revisado dicho proyecto y que la presente versión cumple con los requisitos y méritos suficientes para que sea evaluado por el Jurado Examinador, designado por el H. Consejo Directivo. En consecuencia, y para tal efecto, la interesada puede presentarlo a los organismos pertinentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Julio 2013

.....  
Ing. Mario Manjarrez

**TUTOR**

# AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

## DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Verónica de los Ángeles Acosta Granda declaro que:

El presente trabajo de investigación: “**Evaluación de la textura del pan, elaborado a partir de harina de trigo nacional (*Triticum Vulgare*), con adición de gluten vital**” es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, ideas, análisis, y propuestas que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Julio 2013

.....  
Verónica Acosta Granda

**AUTOR**

## **APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE GRADO**

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

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

Ambato, Julio 2013

Para constancia firman:

.....  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**  
Ing. Gladys Navas

.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**  
Ing. Dolores Robalino

.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**  
Ing. Fernando Álvarez

## *Dedicatoria*

Para Alejandro, mi hijo amado; quien ha sido mi inspiración y constante motivación al continuar enfrentando el día a día, enseñándome a ser mujer y madre.

A su increíble capacidad de amar incondicionalmente, por demostrar que tengo la misión de conocerme a mi misma.

Al niño de mis ojos, porque gracias a él se que vine a contemplar la creación, a mirarla, a disfrutarla y a cuidarla.

*Somos obreros del Universo  
Polvo de Estrellas, como dicen*

*Verónica de los Ángeles*

# *Agradecimiento*

Este trabajo no se hubiera llevado a cabo, sin una lucha constante, por eso agradezco a Dios por ser quien guía mi vida, por enseñarme que siempre hay un mañana nuevo, que la vida no se hizo de un día al otro, por estar conmigo en las buenas y en las malas, sin pedirme nada a cambio.

Agradezco a Dios porque me ha demostrado que mis equivocaciones me hacen ser lo que soy un ser imperfecto pero único; es el quien constantemente me ha levantado, me ha dado la fuerza para seguir y seguir; a pesar de las adversidades jamás darme por vencida, ha sido la clave para culminar cada meta propuesta.

Gracias a Dios estoy viva y gracias a él continuaré dando lo mejor de mí, se por el que ninguna cosa está hecha sin el más mínimo esfuerzo. Gracias Dios por poner en mi camino buenas y malas personas (amigos, compañeros, profesores, familia) de cada una de ellas aprendí y cada día por ellos soy y seré mejor persona.

Gracias a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, por abrirme sus puertas y dejarme formar parte de su familia, a la cual estaré eternamente agradecida. Gracias por su paciencia y dedicación, por impartirme conocimientos que hoy plasmo en este trabajo, el cual sin su ayuda no hubiese sido posible.  
Muchas Gracias

El mundo no es más que transformación,  
y la vida, opinión solamente.

*MARCO AURELIO*

*Verónica de los Ángeles*

# ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

## PÁGINAS PRELIMINARES

Aprobación del tutor.....	ii
Autoría del trabajo de grado .....	iii
Aprobación por el tribunal de grado.....	iv
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	vi
Indice General de Contenidos .....	vii
Resumen.....	xiv

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

1.1. TEMA:.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1. Contextualización .....	1
1.2.2. Análisis Crítico .....	8
1.2.3. Prognosis .....	10
1.2.4. Formulación del problema .....	10
1.2.5. Delimitación del objeto de investigación .....	10
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	12
1.4. OBJETIVOS.....	13
1.4.1. Objetivo General .....	13
1.4.2. Objetivos específicos.....	14

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. ANTECEDENTES.....	15
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	16
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	19
2.4.1. Pan elaborado a partir de Harina de Trigo Nacional .....	28
2.4.2. Análisis del Perfil de Textura del Pan .....	33
2.5. HIPÓTESIS .....	42
2.5.1. Formulación de Hipótesis .....	42
2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	42

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	45
3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	49
3.2.1. Variable Independiente .....	49
3.2.1. Variable Dependiente .....	50
3.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	51
3.4. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	52



## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1.	Análisis de Resultados .....	53
4.1.1.	Adición de Gluten Vital en la harina de trigo Nacional .....	53
4.1.2.	Elaboración de Pan .....	54
4.1.3.	Caracterización del Pan con el Texturometro.....	54
4.1.3.1.	Evaluación Instrumental de la Textura del Pan .....	55
4.1.3.2.	Evaluación de Parámetros Texturales .....	55
4.1.4.	Aplicación del Diseño Experimental y Selección Tratamiento.....	59
4.1.5.	Caracterización Física del Pan. ....	61
4.1.5.1.	Diámetro del Pan. ....	61
4.1.5.2.	Altura del Pan. ....	62
4.1.6.	Estabilidad del Pan .....	64
4.1.7.	Análisis Físicos del Pan .....	66
4.1.8.	Análisis Sensorial de calidad y aceptabilidad del pan .....	73
4.1.9.	Relación instrumental y sensorial de la Textura de Pan. ....	80
4.2.	COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	81
4.3.	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	83

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones .....	85
5.2.	Recomendaciones.....	86

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1. DATOS INFORMATIVOS .....	87
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	88
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	90
6.4. OBJETIVOS.....	91
6.4.1.General.....	91
6.4.2.Objetivos Específicos .....	92
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	92
6.6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA .....	94
6.6.1.Metodología para estimación de la vida útil .....	98
6.7. Metodología – Modelo Operativo .....	104
6.8. ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA.....	106
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	107

### **MATERIALES DE REFERENCIA**

Bibliografía .....	108
ANEXOS .....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Distribución de panaderías en diferentes zonas de la ciudad de Ambato.....	7
<b>Tabla 2.</b> Datos de Producción y Superficie Cosechada de Trigo Nacional .....	28
<b>Tabla 3.</b> Resumen de tratamientos.....	8
<b>Tabla 4.</b> Análisis de Varianza para TDT (mJ) de Pan.....	57
<b>Tabla 5.</b> Prueba de Diferenciación de Tukey para TDT (mJ) de Pan.....	57
<b>Tabla 6.</b> Análisis de Varianza para DR (mm) de Pan.....	58
<b>Tabla 7.</b> Prueba de Diferenciación de Tukey para DR (mm) de Pan.....	59
<b>Tabla 8.</b> Análisis de Varianza para Dureza (Newton) de Pan.....	59
<b>Tabla 9.</b> Prueba de Diferenciación de Tukey para Dureza (Newton) de Pan.....	60
<b>Tabla 10.</b> Efecto promedio de distintas proporciones de Gluten sobre las propiedades texturales del pan.....	60
<b>Tabla 11.</b> Análisis de Varianza para Diámetro de Pan.....	62
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Dunnet para diámetro del Pan. Comparaciones múltiples con un tratamiento referencial.....	62
<b>Tabla 13.</b> Análisis de Varianza para Altura de Pan.....	63
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Dunnet para altura del Pan. Comparaciones múltiples con un tratamiento referencial.....	63
<b>Tabla 15.</b> Análisis de Varianza para Peso (gr) de Pan.....	66
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Dunnet para peso del Pan. Comparaciones múltiples con un tratamiento referencial.....	67
<b>Tabla 17.</b> Análisis de Varianza para Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> ) de Pan....	67
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Dunnet para peso específico del Pan. Comparaciones múltiples con un tratamiento referencial.....	78
<b>Tabla 19.</b> Análisis de Varianza para Perdida de Peso en Pan.....	78

<b>Tabla 20.</b> Prueba de Dunnet para % pérdida de peso en pan. Comparaciones múltiples con un tratamiento referencial.....	69
<b>Tabla 21.</b> Análisis de Varianza para Volumen (cm <sup>3</sup> ) de Pan.....	70
<b>Tabla 22.</b> Prueba de Diferenciación de Tukey para Volumen (cm <sup>3</sup> ) de Pan.....	70
<b>Tabla 23.</b> Análisis de Varianza para Volumen específico (cm <sup>3</sup> /gr) de Pan.....	71
<b>Tabla 24.</b> Prueba de Dunnet para Volumen específico (cm <sup>3</sup> / gr) de Pan. Comparaciones con un tratamiento referencial para.....	71
<b>Tabla 25.</b> Análisis de Varianza para Color de Pan.....	74
<b>Tabla 26.</b> Prueba de Dunnet para color del pan Comparaciones con un tratamiento referencial.....	74
<b>Tabla 27.</b> Análisis de Varianza para Apariencia de la Miga de Pan.....	75
<b>Tabla 28.</b> Prueba de Dunnet para Apariencia de la Miga de Pan. Comparaciones con un tratamiento referencial.....	76
<b>Tabla 29.</b> Análisis de Varianza para Friabilidad de Pan.....	77
<b>Tabla 30.</b> Análisis de Varianza para Sabor de Pan.....	78
<b>Tabla 31.</b> Prueba de Dunnet para sabor del Pan. Comparaciones con un tratamiento referencial.....	78
<b>Tabla 32.</b> Análisis de Varianza para Textura de Pan.....	79
<b>Tabla 33.</b> Prueba de Dunnet para Textura del pan. Comparaciones con un tratamiento referencial.....	80
<b>Tabla 34.</b> Valores de Fisher (F) obtenidos en el Diseño Experimental....	83
<b>Tabla 35.</b> Costo de Producción de Pan de Harina de Trigo Nacional.....	93

<b>Tabla 36.</b> Modelo operativo (Plan de Acción).....	104
<b>Tabla 37:</b> Administración de la Propuesta.....	106
<b>Tabla 38.</b> Previsión de la Evaluación.....	108

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Producción de Harina (Tm).....	5
<b>Gráfico 2:</b> Árbol de problemas.....	8
<b>Gráfico 3:</b> Mercado de Pan – Ecuador.....	12
<b>Gráfico 4:</b> Red de Inclusiones.....	19
<b>Gráfico 5.</b> Curva tipo de Dureza realizado en un Texturómetro.....	37
<b>Gráfico 6.</b> Relación del Contenido de proteína de la Harina de trigo Nacional, determinada a partir de la adición de distintas proporciones de Gluten Vital, para los cinco tratamientos en estudio.....	53
<b>Gráfico 7.</b> Relación entre el volumen específico del pan y la textura medida durante las primeras 24 horas.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representación esquemática de las principales proteínas de la harina de trigo.....	26
<b>Figura 2.</b> Valores en dólares por kg de Harina de Trigo.....	27
<b>Figura 3.</b> Mecanismo de envejecimiento del Pan.....	30
<b>Figura 4.</b> (A) Hinchamiento de los gránulos de almidón. (B) Gelatinización durante el calentamiento. (C) Retrogradación de la amilosa durante el enfriamiento. (D) Retrogradación de la amilopectina durante el almacenamiento, ordenamiento de las moléculas de amilopectina.....	32
<b>Figura 5.</b> Estrategia para las pruebas de vida útil durante las fases de desarrollo de diferentes productos alimenticios.....	103

## RESUMEN EJECUTIVO

Se evaluó la textura de pan elaborado tanto con harina de trigo nacional, como con harina de trigo importada. La harina ecuatorina fue complementada con proteína vital hasta un 5%, debido a que su contenido inicial proteico, la hace una harina no apta para producir pan, siendo la relación entre la fuerza y la elasticidad del gluten no equilibrada. La dureza fue medida como parámetro textural y se consideró factor de estudio porque se trabajó sobre esta, utilizando un diseño de bloques completos al azar, a partir del cual se realizó un análisis de varianza y posterior a esto se aplicó Tukey. Los mejores tratamientos, de acuerdo a la prueba de diferenciación de Tukey fueron T4 (pan al 4% de gluten, con una dureza de 6,24 newton), T5 (pan al 5% de gluten, con dureza de 5,16 newton) y T6 (pan de harina importada, con dureza de 4,10 newton).

Se realizó caracterización física (diámetro y altura), sobre las mejores muestras de pan (T5 Y T6) y se tuvo medias de diámetro entre 7,4 cm a 7,61 cm y de altura 4,85 cm y 4,98 cm. También se determinó propiedades físicas (peso, porcentaje pérdida de peso, peso específico, volumen, volumen específico), de las cuales el volumen y el peso fueron considerados como los indicadores de calidad más relevantes en esta fase del estudio. Sensorialmente se evaluó (color de la corteza, apariencia de la miga, friabilidad, sabor y textura), se tuvo un buen nivel de aceptabilidad por parte de los consumidores de estos panes. Se valoró la estabilidad del alimento en periodos de 24, 48 y 72 horas y se halló que la dureza sí es un indicador de frescura frente al envejecimiento, porque conforme al paso del tiempo el pan fue endureciéndose paulatinamente. Finalmente se hizo un análisis de regresión, mediante el cual fue posible descubrir que la relación entre la medida sensorial de dureza, dada por los catadores y la medida instrumental de dureza proporcionada por el Texurómetro, es positiva en un 97%. Por otro lado se consideró que el costo de 9 centavos para producción de pan al 5% de gluten vital, es viable con respecto al costo de 12 centavos del pan de harina importada.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA

### 1.1. TEMA:

**“Evaluación de la textura del pan, elaborado a partir de harina de trigo nacional (*Triticum Vulgare*), con adición de gluten vital”**

### 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.2.1. Contextualización

El trigo es el grano obtenido de las variedades de la especie *Triticum Aestivum* L., mientras que el trigo duro es el grano obtenido de las variedades de la especie *Triticum durum* (Codex Stand 199-1995). La harina blanca de trigo es el producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o moliendas en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura (Codex Stand 152-1985).

La harina de trigo puede contener entre el 7 y 20% de proteína, la mayor parte de la cual está en forma de gluten, un material polimérico altamente extensible cuando está en estado hidratado. Las proteínas del gluten son consideradas responsables de la formación de la estructura que retiene el gas de la masa de pan durante la panificación y son el principal determinante de las variaciones de calidad entre diferentes variedades de trigo. El volumen de la miga se considera como el indicador de calidad más relevante en la panificación, generalmente aumenta a medida que el contenido de proteína aumenta en la harina (Dendy y Dobraszczyk 2001).

El gluten vital de trigo contiene dos grupos de proteínas diferentes, la glutenina y la gliadina, se clasifican tanto desde el punto funcional como estructural. Las gluteninas están formadas por varias subunidades, unidas a través de enlaces intermoleculares disulfuro formando polímeros proteínicos de elevado peso molecular. Son extremadamente elásticas y proporcionan baja extensibilidad, resisten la deformación exterior y dan fuerza al gluten. Las gliadinas son monómeros de bajo peso molecular y contienen solamente uniones intramoleculares disulfuro. No son elásticas y al hidratarse se vuelven muy viscosas y extensibles y permiten que el gluten se expanda cuando se aplica una fuerza externa (Bushuk y Tkachuck 1990).

El pan es el más popular entre todos los productos derivados de los cereales, no sólo por sus cualidades nutricionales, sino también por sus propiedades sensoriales y de textura (Poinot, 2008 y Lambert, 2009). Su fabricación ha representado un papel esencial en el desarrollo del género humano pues es una de las principales fuentes de la alimentación y constituye un componente dietético saludable. En el proceso de fabricación de pan se pierden contenidos nutritivos originales de la masa ya que las levaduras los convierten en dióxido de carbono para que el pan se esponje. De este modo, en términos nutritivos, la conversión de harina en pan significa que alrededor de un 3% de la masa panaria se convierte en gas y se pierde (Arias, 2002).

La textura del pan es el resultado del equilibrio entre los distintos constituyentes de la masa y los tratamientos tecnológicos recibidos durante su elaboración (mecánico y térmico). Por otra parte, el envejecimiento del pan, es un fenómeno complejo que se atribuye fundamentalmente a la retrogradación del almidón, en el que intervienen otros factores como el transporte del agua, los cambios en la firmeza de la red de gluten y las interacciones entre sus componentes. Su repercusión más importante es el aumento de la firmeza del pan.



En los panes leudados (con volumen) la textura es un factor determinante de la calidad sensorial del mismo e influye en gran medida en las decisiones de compra de los consumidores (Heenan, 2009). La corta vida útil del pan y la pérdida de frescura de la miga está fundamentalmente asociada con la evolución de dos parámetros de textura: el incremento de firmeza y pérdida de elasticidad (Callejo, 1999, Lassoued, 2008 y Poinot, 2008).

#### **1.2.1.1. Contextualización Macro**

Desde comienzos del siglo XXI, el 70% del pan que se consume en el mundo es de harina de trigo. La tendencia a consumir otros cereales ha ido disminuyendo, pues en la década de 1990 aparecen panaderías artesanales en Europa que captan clientela deseosa del “sabor clásico” del pan. Se introducen los panes integrales debido a los beneficios de la fibra. A comienzos del siglo XXI se retorna al pan elaborado con harinas poco refinadas. En Estados Unidos se denomina a esta corriente Artisan Baking (panadería artesanal) y se convierte en una nueva tendencia (Lezcano, 2011).

La industria de la panificación se esfuerza por producir pan con los atributos que exige el mercado con la aplicación de eficientes procesos de panificación. La estructura del pan está influenciada por los métodos de procesamiento (Inglett, 1974 y Koester, 1986). El valor panadero de la harina de trigo a nivel mundial depende en un 60% de la calidad del trigo y está constituido por un conjunto de propiedades que permiten una fabricación de pan bien desarrollado, de textura ligera, de miga seca, elástica y uniformemente alveolada (Moreno, 1981). Nótese que la textura puede considerarse como una manifestación de las propiedades reológicas de un alimento y que influye en los hábitos alimentarios, la salud oral y la preferencia del consumidor; además de que referida al procesamiento y manipulación de alimentos, puede tomarse como índice de deterioro (Sharma y Mohsenin, 1970).

El sector de la panificación constituye una parte sustancial en el conjunto de la industria alimentaria pues está arraigado en todos los países industrializados y en rápida expansión en países en desarrollo (Cortés, 2007). En Suramérica se destaca Argentina, donde se producen unos 3,05 millones de toneladas anuales de productos panificados, el 94% corresponde al pan tradicional de panadería y 6% al pan industrial.

Mientras en 2010 Argentina exportó el 18,9% de la harina de trigo que produjo, el volumen consumido ascendió a 3,8 millones de toneladas, de las cuales se estima que el 69,7% se utilizó en la elaboración de pan tradicional de panadería y pan industrial. Se estima que en este país existen una panadería tradicional por cada 1.100 - 1.200 habitantes, con lo cual, en 2010, se habrían contabilizado unos 33.000 establecimientos.

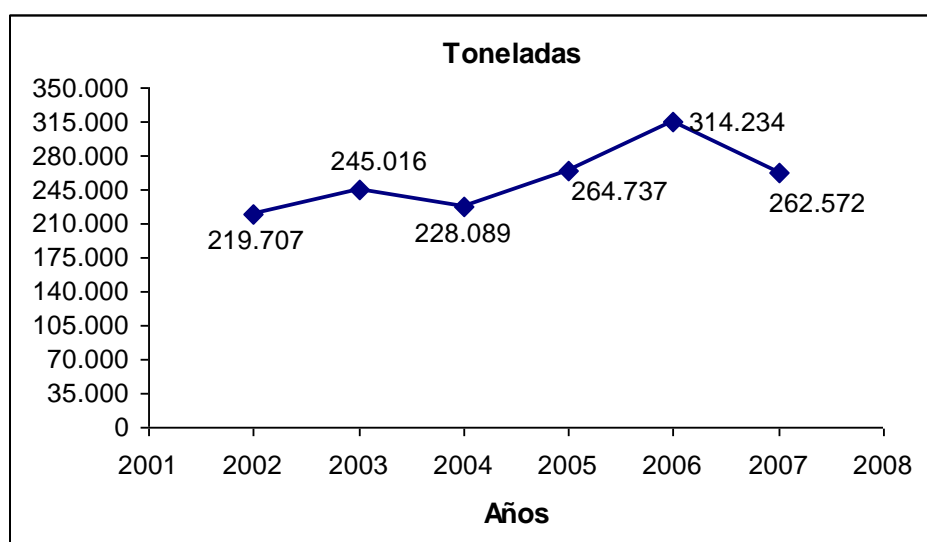
La panificación tradicional se caracteriza por su amplia distribución a lo largo de todo el país y también por sus asimetrías en cuanto a la capacidad financiera, incorporación de tecnología, cumplimiento de las disposiciones higiénico- sanitarias, formalización de los empleados, etc. En 2010, el consumo anual per capita en la Argentina se estimó en 70,6 Kg para el pan tradicional de panadería y en 4,6 Kg para el pan industrial - pan de molde y bollería. El incremento del consumo de pan industrial se atribuye a una mayor oferta de variedades, entre ellos los panes con ingredientes funcionales, y a la mayor participación de marcas del distribuidor (marcas blancas) en el mercado. El principal canal de comercialización para el pan industrial está constituido por los súper e hipermercados

Una de las cualidades más valoradas del pan tradicional de panadería es su frescura. En cambio, la posibilidad de almacenar el pan industrial hace que sus consumidores valoren la comodidad de no tener que abastecerse con tanta frecuencia. (Lezcano, 2011).

### 1.2.1.2. Contextualización Meso

En Ecuador, del total de producción de harina, el 80% va a las panaderías y el 20% se destina a pastas, fideos y otros consumos. La industria molinera del trigo, utiliza el 98,45 % de materia prima importada, es decir trigo que proviene en relación a su importancia de: Canadá, EEUU y Argentina. En los últimos años esta industria se ha modernizado de manera importante y cuenta con 22 molinos ubicados en todo el territorio.

En el gráfico 1 se muestra la evolución que ha caracterizado a la industria molinera ecuatoriana entre 2001 y 2008.



**Gráfico 1:** Producción de Harina (Tm)

**Fuente:** Asociación Ecuatoriana De Molineros  
("ASEMOL")

En la panificación ecuatoriana resalta la actividad artesanal. Se estima que existen cerca de 9.000 panaderías distribuidas a nivel nacional, concentrándose cerca del 50% en las provincias del Guayas y Pichincha.

La panificación artesanal ecuatoriana tiene sus particularidades que las diferencian de la internacional, en las que se destaca el mayor porcentaje de materias grasas utilizadas, el mayor porcentaje de levadura requerida y las harinas con mayor contenido de proteínas. Es común encontrar entre un 10% a 15% de contenido graso en los panes de la Costa y entre un 15% y 20% en los panes de la Sierra. Estos porcentajes inclusive han sido mayores en el pasado, los cuales se han reducido dado el incremento en el precio de las materias grasas.

Estas características permiten consumir panes artesanales con mayor sabor, ya sea en una panadería de una zona exclusiva o popular. Esto significa que la pérdida de propiedades organolépticas, producto del uso de procesos fermentativos cortos, se compensa (Lezcano, 2007).

#### **1.2.1.3. Contextualización Micro**

En la provincia de Tungurahua, específicamente en la ciudad de Ambato, se elabora un tipo de pan que ha trascendido por su sabor, calidad y consistencia en todas sus variantes. El pan que salía de Ambato y en general de toda la provincia en las épocas pasadas no sólo abastecía los mercados de la capital sino de varias ciudades de la costa como Babahoyo, Milagro, Guayaquil, y otras de la Sierra como Guaranda y Riobamba. Se reseña que las primeras panaderías que se instalaron en Guayaquil fueron de migrantes ambateños.

El resultado de esta tradicional actividad ha sido un pan de sabor especial, agradable y nutritivo. Sin embargo es preciso señalar que con el transcurrir del tiempo la mayoría de panaderías que utilizan los procesos tradicionales o artesanales en la elaboración de pan han disminuido en número y la mayoría de las panaderías actuales tienen un sistema de producción controlada, y con procesos de producción en donde utilizan el sistema de masas congeladas y esponjas.

La tabla 1 muestra la distribución de 259 panaderías en diferentes zonas, de la Ciudad de Ambato.

**Tabla 1.** Distribución de panaderías en diferentes zonas de la ciudad de Ambato

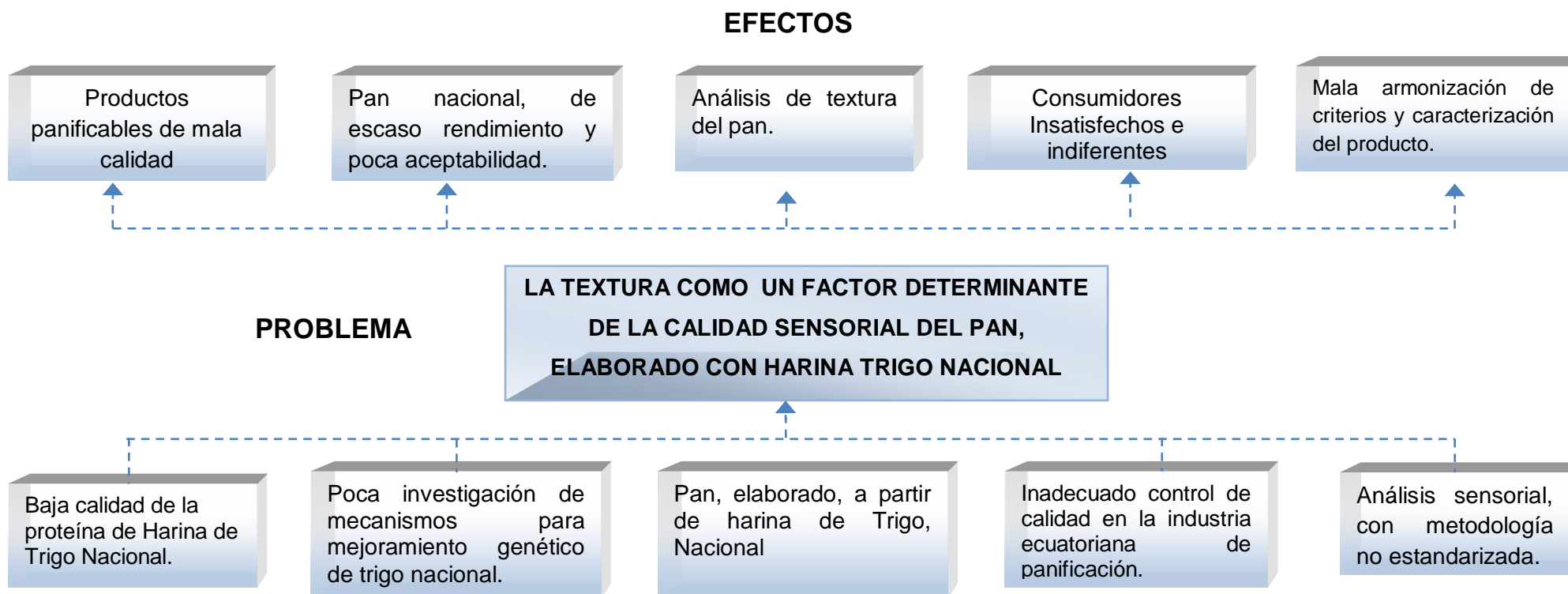
<b>Lugar</b>	<b>Calles</b>	<b>Panaderías</b>
<b>Zona 1</b>	Mera y 13 de Abril, Atocha – Ficoa, Cunchibamba	154
<b>Zona 2</b>	Montalvo, Juan Benigno Vela, Santa Rosa, Picaihua, Totoras Av. Bolivariana (derecha) Av. Los Incas y Azuay. Huachi Chico-Grande, Barrio Solís, La Joya, American Park	69
<b>Zona 3</b>	Pérez de Anda hasta Mera (derecha), Bolívar, Cuenca, Rocafuerte, Sucre, Cevallos, San Antonio Cdla. España, Manuelita Sáenz, Víctor Hugo.	36

**Fuente:** Dirección de Salud Pública – Ambato, 2010

La Panificadora Ambato y otras conocidas en la Ciudad son de las principales empresas que se han destacado desde hace muchos años con desarrollar, recetas nuevas y crear una extensa variedad de productos, los mismos que generaron intensa competencia con las panaderías tradicionales (Naranjo, 2008).

### 1.2.2. Análisis Crítico

El problema específico que nos interesa estudiar esta asociado a la Textura como factor determinante de la Calidad Sensorial del Pan”. Los efectos causados son analizados a continuación y en tal ámbito, se destaca la producción de pan con harina nacional. El siguiente árbol de problemas resume lo más destacado de esta problemática.



**Gráfico 2:** Árbol de problemas.  
**Elaborado por:** Verónica Acosta. G.

**Variable Independiente:** Pan, elaborado con harina de Trigo, Nacional.  
Causa

**Variable Dependiente:** Análisis de Textura del Pan. Efecto

▪ **Relación Causa – Efecto**

1. La harina de trigo que tiene nuestro país es baja en proteína, pues posee solo un 11% de gluten, comparado con el trigo importado cuya proteína está alrededor del 14%. Este menor porcentaje de gluten provoca que el pan elaborado con trigo nacional no tenga la propiedad de formar una masa fuerte, cohesiva, capaz de retener gas y rendir por cocción un producto esponjoso, duradero y agradable en sabor.
2. La calidad del trigo, que está determinada genéticamente, influye en la calidad del producto terminado. Si bien el gobierno nacional ha tratado de incentivar el cultivo de trigo es de esperarse que paralelamente se aplique una tecnología que compense las deficiencias genéticas de la harina para que pueda ser utilizada en panificación.
3. El control de calidad en la industria ecuatoriana de panificación, es inadecuada pues la mayoría de las panificadoras del país no cuentan con las técnicas y los instrumentos necesarios para un óptimo control del producto terminado. Además la poca estandarización existente provoca que el consumidor si bien acepte el producto y es consciente que la calidad sensorial no es la mejor.
4. Al no contarse en el país con metodología estandarizada, para realizar evaluaciones sensoriales tanto en los métodos de preparación de las muestras como en los atributos evaluados (grosor de las rebanadas, separación o no de corteza y miga, recipientes para contener las muestras, etc.) es muy difícil comparar los resultados. En consecuencia, se propone adaptar la prueba de compresión AACC 74-10A para la evaluación de la textura.

### **1.2.3. Prognosis**

La presente investigación que está referida a la evaluación de las características sensoriales y de textura del pan, elaborado a partir de harina de trigo nacional ayudará a cumplir con las expectativas en cuanto a mejorar el control de calidad para producto terminado, en la industria ecuatoriana de panificación. Por lo tanto la investigación será importante tanto para el sector panadero, como para el consumidor, quien podrá evaluar mejor la calidad sensorial, que es uno de los factores más importantes para la aceptación de un producto terminado.

### **1.2.4. Formulación del problema**

El presente trabajo se concentró en evaluar la textura de un pan, elaborado con harina de trigo Nacional, a la cual se adicionó cinco proporciones distintas de Gluten Vital (1, 2, 3, 4 y 5%). Los datos obtenidos del análisis de textura, muestran parámetros de dureza, lo cual permitió escoger el mejor tratamiento, a partir de este se llevó a cabo un análisis de la calidad sensorial del pan de trigo nacional que es comparado con el elaborado con harina trigo importado. Además se buscó relación entre las determinaciones instrumentales de la textura y los datos sensoriales obtenidos por parte de los consumidores.

### **1.2.5. Preguntas Directrices**

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

¿Existen estudios anteriores relacionados con la prueba de compresión AACC 74-10<sup>a</sup> para la evaluación de la textura del pan, elaborado a partir de partir de harina de trigo nacional (*Triticum Vulgare*), con adición de gluten vital?

Adicionalmente conviene formular otras preguntas, como las siguientes:



¿Cuál es el método adecuado para la elaboración de pan, con Harina de trigo nacional, a la que se añaden distintas proporciones de gluten vital?

¿Cómo se determinará la dureza de las muestras de pan, pertenecientes a cada tratamiento, utilizando el Texturómetro Brookfield Pro CT3?

¿Qué análisis estadístico será el adecuado para discriminar el mejor tratamiento de las muestras de pan?

¿La medición de la dureza de pan es un indicador de frescura frente al envejecimiento? ¿Por qué?

¿Se calcularán los parámetros del perfil de textura, como son: trabajo dureza terminado, deformación recuperable y Trabajo total, para los mejores tratamientos de pan mediante el uso del Texturómetro Brookfield Pro CT3?

¿Cuál será la calidad y aceptabilidad sensorial de los mejores tratamientos del pan, elaborado tanto con harina de trigo nacional, como con harina de trigo Importado, a través del empleo de la Hoja de Cata?

#### **1.2.6. Delimitación del objeto de investigación**

**Área** : Investigación Tecnológica

**Sub-área** : Tecnología de Cereales

**Sector** : Pan

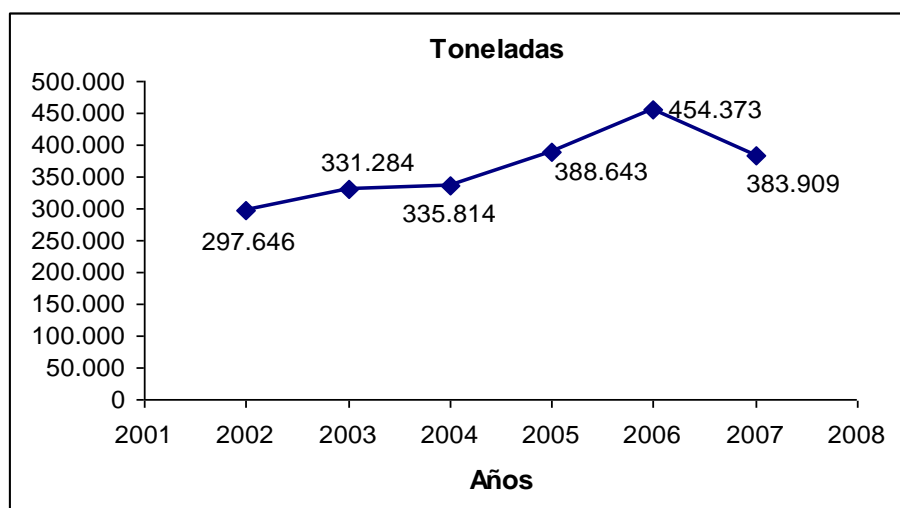
**Sub-sector** : Calidad textural y sensorial de pan, elaborado a partir de harina de Trigo Nacional "*Triticum Vulgare*", con adición de gluten vital.

**Temporal** : Agosto 2011 a Julio del 2013

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

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la industria panadera constituye uno de los principales rubros económicos del país; tanto por la generación de mano de obra directa como indirecta. En el Gráfico 3 se puede apreciar los volúmenes en toneladas métricas utilizadas.



**Gráfico 3:** Mercado de Pan – Ecuador

**Fuente:** Asociación Ecuatoriana De Molineros  
("ASEMOL")

Actualmente en el mercado se encuentra el pan tradicional (casero) y el pan industrial (de molde). Cabe indicar que el consumo anual de pan tradicional se estima en 70 kg por habitante, mientras que el industrializado promedio un 3.5 kg por habitante. La elaboración de pan tradicional, demanda entre el 55% y el 90% de consumo interno de harina de trigo para los distintos panificados. El agua puede llegar a representar entre el 20% y 30% del producto final y la materia grasa de origen animal y vegetal de 0.1% a 4.5%.

La mano de obra necesaria para la elaboración de pan varía de acuerdo a la producción industrial de cada panificadora, considerando el tiempo determinado para cada etapa del proceso de elaboración de dicho producto. Por ejemplo la "Molinera Nacional" genera alrededor de 2000 empleos directos y unos 5000 indirectos. Si bien hasta pocos años atrás

se trataba de una industria genuinamente familiar, en la que el amasijo de pan se hacía completamente a mano, en la actualidad, muchos de los "hornos" han sido adaptados y mecanizados, a fin de responder al reto de una creciente demanda. Entonces, la forma de elaborar el pan es menos rudimentaria, aunque sin renunciar a lo tradicional.

En otro ámbito conocemos que existen gran cantidad de panaderías pero, no todas elaboran pan de alta calidad pues a lo largo de la cadena de producción del pan, desde el cultivo del trigo hasta su venta, existen numerosos factores que van a tener una incidencia determinante sobre la calidad sensorial del pan. Consecuentemente, las técnicas del análisis sensorial se convierten en herramientas cada vez más empleadas para evaluar la calidad de los productos, tanto en las industrias de panificación como en otras.

La evaluación de la textura del pan, mediante el método de compresión permitió encontrar correlaciones entre las determinaciones instrumentales de la textura y los datos sensoriales obtenidos mediante el empleo de pruebas discriminativas. Se pudo entonces establecer comportamiento para la corta vida útil del pan y la pérdida de frescura de la miga, la cual está fundamentalmente asociada con dos parámetros de textura: el incremento de firmeza y pérdida de elasticidad.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

- ✓ Evaluar textura del pan, elaborado a partir de harina de trigo nacional (*Triticum Vulgare*) con adición de gluten vital, adaptando la prueba de compresión AACC 74-10<sup>a</sup>, para correlación de datos entre medidas instrumentales y sensoriales.

#### **1.4.2. Objetivos específicos:**

- ✓ Elaborar pan, a partir de Harina de trigo nacional con diferentes proporciones de gluten vital.
- ✓ Determinar la dureza de las muestras de pan, pertenecientes a cada tratamiento, utilizando el texturómetro Brookfield Pro CT3.
- ✓ Discriminar el mejor tratamiento para las muestras pan, mediante un análisis estadístico.
- ✓ Medir la dureza de pan como un indicador de frescura frente al envejecimiento.
- ✓ Calcular los parámetros del perfil de textura, como son: trabajo dureza terminado, deformación recuperable y Trabajo total (mejores tratamientos), mediante el uso del texturómetro Brookfield Pro CT3.
- ✓ Estimar la calidad y aceptabilidad sensorial de los mejores tratamientos del pan, elaborado tanto con harina de trigo nacional, como con harina de trigo Importado, a través del empleo de la Hoja de Cata.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

A continuación se enlistan algunos trabajos de investigación realizados sobre la calidad de harinas, productos panificables y análisis texturales.

Finney (1985), destaca que no solo la cantidad de proteína permite obtener una harina de fuerza panadera sino que dependerá también de la calidad de las proteínas. La capacidad de retención del gas carbónico dependerá especialmente del gluten, por ello, será imposible que una harina panifique si el contenido de gluten es inferior de un 14%.

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

Costa, Souza, Stamford y Andrade (2008), analizaron la calidad tecnológica de granos y harinas de trigos nacionales e importados en Brasil. Para esto, se efectuaron análisis físico-químico (humedad, gluten húmedo, contenido mineral, fallingnumber, peso hectolítrico) y farinográficos (absorción de agua, tiempo de desarrollo, estabilidad).

La técnica del Análisis del Perfil de Textura ha ofrecido magníficos resultados, por eso hoy en día es utilizado en muchos alimentos; por ejemplo: han realizado estudios en salchichas, en los que se ha sustituido parcialmente la carne por algún tipo de extensor (De Hombre, 1988). La compresión simple se ha utilizado para medir la resistencia a la

compresión de diferentes variedades de tomate (De Hombre, 2001), de cebollas durante la conservación por irradiación (Iglesias y De Hombre, 1994) y en otros productos agrícolas tales como papas y zanahoria (De Hombre, 2000).

Por ello es que se ha convertido en el método estándar recomendado por la **AACC** para medir la firmeza de la miga del pan, mediante el cálculo de la fuerza de compresión de una rebanada de pan de 25 mm de espesor, específicamente el producto se comprime el 25% de su altura total a una velocidad de compresión de 10 cm/min, en una máquina Instron (AACC Method 74-09, 1988).

Estudios recientes han adaptado la prueba de compresión AACC 74-10A para la evaluación de la frescura del pan blanco rebanado. La muestra se coloca en la mesa con el centro del pan hacia arriba, donde será comprimido por una sonda específica. Durante la compresión de prueba la carga detectada por la sonda se registra continuamente a través del software instalado en el computador (Dahle, Sambucci y N, 1987).

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

La investigación es una actividad orientada a la obtención de nuevos conocimientos para dar soluciones a los problemas o interrogantes; partiendo de las bases teóricas respectivas. Además la filosofía está íntimamente relacionada con la investigación aunque poseen sus respectivas diferencias y especificaciones (Mejía 2005).

El presente estudio implica una investigación experimental, donde la información que será obtenida por el investigador permitirá realizar las comparaciones necesarias para comprobar las hipótesis; o rechazarlas, según el caso. Por tanto el enfoque puede considerarse similar al planteado por **Dobles, Zúñiga y García (1998)** quienes afirman que el único conocimiento verdadero es aquel que es producido por la ciencia, particularmente con el empleo de su “método”. Entonces se asume la

existencia de un método experimental para conocer realidades y propone el uso de dicho método como garantía de la verdad.

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Ensayos de panificación fundamentados en el método descrito en la NTE INEN 530:1980; Terminología del pan. Norma INEN 93; características de pan común. Norma INEN 95 y pan especial. Norma INEN 96.

Para los análisis texturales, el método aplicado se basa en el manual de funcionamiento del equipo BROOKFIELD TEXTURE PRO CT3 conforme la adaptación de la prueba de prueba de compresión AACC 74-10A (Asociación Americana de Químicos del Cereal).

El método original AACC para medir compresibilidad de pan requiere de un aparato conocido como el Compressimeter Baker, que cuantifica la compresibilidad de una muestra de pan. Este método no sólo proporciona información valiosa para evaluar el envejecimiento del producto, sino que también puede proporcionar una indicación valiosa de las diferencias de textura derivados de los ingredientes y la formulación de la manipulación (Virginiac, 2006).

Complementariamente, a los mejores tratamientos resultantes del análisis de textura, se aplicará también las siguientes pruebas físicas que evalúan la calidad del pan:

**Porcentaje en pérdida de peso.** - El pan obtenido después del horneado, se deja enfriar. Una vez enfriado, es pesado en una balanza analítica. El objetivo de pesar el pan antes y después de horneado es para obtener el rendimiento del pan durante el horneado. El peso se reportará en gramos (gr).

**Volumen del Pan.** - El volumen es un indicador, al igual que el peso, muy importante en los productos de panadería. Su objetivo es analizar el efecto de los cambios en la formulación o en el procedimiento de elaboración. En este trabajo se aplicará el método de desplazamiento de volumen del producto horneado. En éste método, el volumen del producto se encuentra por diferencia de volúmenes con y sin producto mediante semillas de baja densidad, como son las de nabo o quinua. El contenedor puede ser de cualquier tipo, forma y capacidad, por ejemplo una caja, una lata, un recipiente de vidrio, etc.

El procedimiento para medir el volumen es el siguiente: se introduce el pan en el recipiente, del cual debemos conocer el volumen **(V1)**. Se vacían las semillas de nabo, se saca la pieza de pan del recipiente y se colocan las semillas de nabo restantes en la probeta para determinar el volumen **(V2)**. El volumen ocupado por el pan se obtiene por diferencia entre el volumen inicial y el final, es decir:

$$V1 - V2 = \text{Volumen del pan (cm}^3\text{)}.$$

Una vez obtenido el peso y el volumen del pan se obtendrán el peso específico ( $\text{gr/ cm}^3$ ) y el Volumen específico ( $\text{cm}^3/\text{gr}$ ), dividiendo el peso del pan entre el volumen y el volumen entre el peso del pan, respectivamente (Carr, 2003).

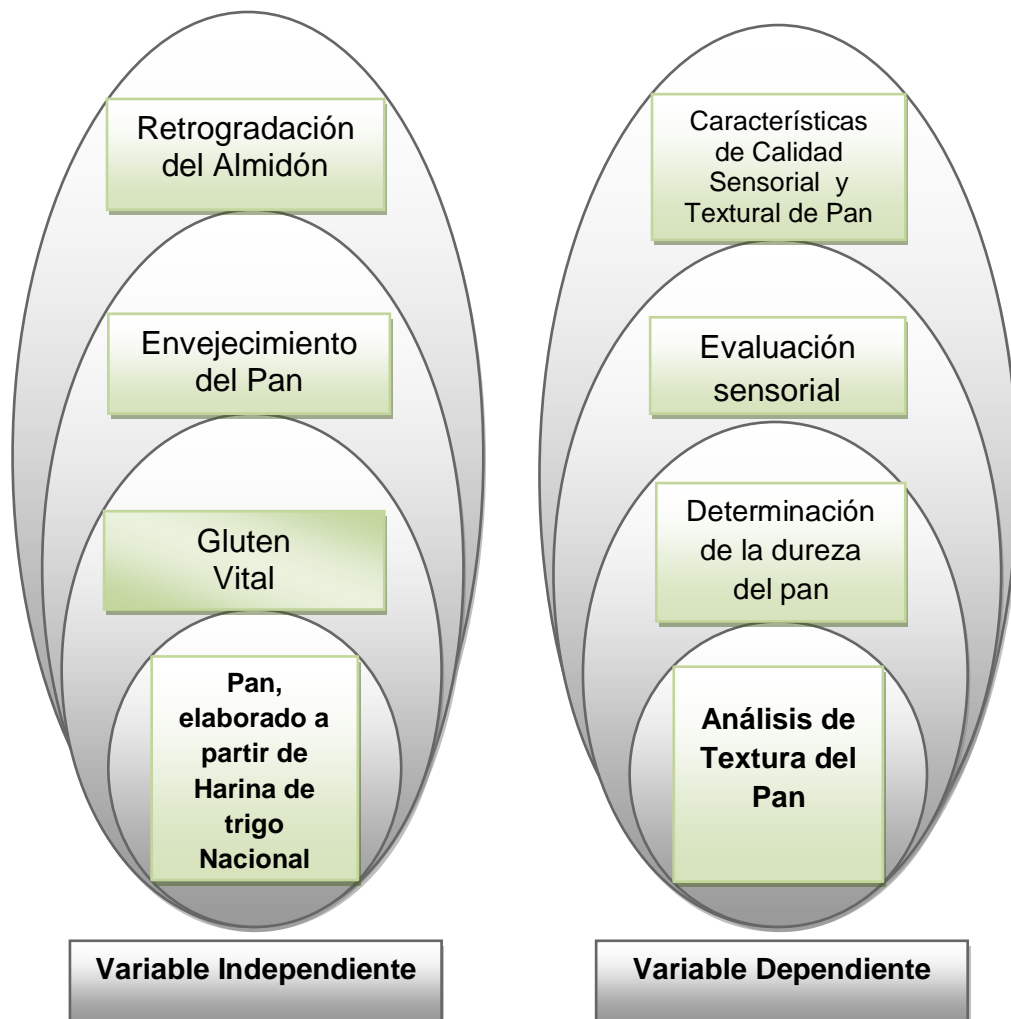
**La evaluación sensorial.**- Es el análisis de los alimentos a través de los sentidos; es decir, se mide, analiza e interpreta las reacciones percibidas por los sentidos. Es la mejor herramienta para conocer el comportamiento del cliente frente a determinado alimento, siendo que en el presente caso se obtendrá información sobre la calidad del pan elaborado según las formulaciones estudiadas.



El análisis sensorial, se efectuará evaluando variables como: color, apariencia, friabilidad, textura y sabor. Se aplicará una escala hedónica estructurada de cinco puntos, donde se evalúa la similitud entre el pan, elaborado con 100% de harina de trigo importado con el mejor tratamiento experimental.

## 2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

El gráfico 4 presenta la red de inclusiones, donde mediante una relación de jerarquía, se abarcan los elementos que describen a las variables: dependiente e independiente, de la siguiente manera:



**Gráfico 4:** Red de Inclusiones.

**Elaborado por:** Verónica Acosta G

## VARIABLE INDEPENDIENTE

### 2.4.1. Pan elaborado a partir de Harina de Trigo Nacional

El pan es un producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies de microorganismos propios de la fermentación panaria, como el *saccharomyces cerevisiae*. Según la **Norma INEN 95** (Pan Común), el pan debe procesarse en condiciones sanitarias adecuadas, a fin de evitar su contaminación con microorganismos patógenos o causantes de la descomposición del producto.

**Componentes:** En la preparación de la masa para la cocción del pan intervienen los siguientes componentes.

- a) Harina de trigo: blanca, semi – integral o integral
- b) Agua potable
- c) Levadura activa, fresca o seca
- d) Sal comestible
- e) Azúcar en cantidad suficiente para ayudar al desarrollo de levadura
- f) Grasa comestible (animal o vegetal)
- g) Aditivos autorizados

### Funciones de los Componentes

**Harina de Trigo:** es el componente base en la fabricación, ya que realiza las funciones de relleno, almidón, y estructuración de la masa, gluten, a la vez que absorbe al resto de los componentes. Es el que está presente en mayor cantidad, cantidad que se tomará como el 100% para la adición del resto de los ingredientes. Debe de ser lo suficientemente rica en cantidad y calidad de proteínas, lo que determinará que su gluten sea resistente (elasticidad), y extensible.

**Agua:** viene a ser el 55 % del total, confiriéndole al producto final sus propias características, esto se hace presente al cambiar de región, cada agua tiene su composición, su propio sabor. Admiten más agua harinas con alto grado de proteínas, la utilización de masa madre o procesos artesanales.

**Levadura:** Se compone de pequeñas celdillas u organismos vegetales, del género ***Saccharomyces Cerevisiae***, que tienen como particularidad transformar los azúcares y almidones en alcohol, produciendo Ácido Carbónico, es decir, la fermentación alcohólica. La fermentación arranca en el momento en que es incorporada. La conservación de la levadura es fundamental, para que no pierda sus propiedades; se debe almacenar en la cámara frigorífica entre 0°C y 5°C, y nunca más de dos semanas. Su actividad merma a temperaturas superiores a los 40°C y, por encima de los 50°C, es destruida.

**Sal:** mejora y resalta el sabor de la harina y de los demás ingredientes, actúa sobre la formación del gluten, aumentando la fuerza y tenacidad de acuerdo a la dosificación agregada, mejora la coloración de la corteza el sabor y la conservación del pan, así como también regula la fermentación, evita la acidez en una masa y blanquea la miga.

**Azúcar:** Es alimento para la levadura, de esta manera se tiene una fermentación más uniforme. Actúa acentuando las características organolépticas como son la formación del aroma, color de la superficie. Aumenta el rango de conservación ya que permite una mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial, retrasando el proceso de endurecimiento.

**Grasa:** Generalmente se utiliza manteca vegetal especial para pan, la cual tiene dos funciones fundamentales en el proceso, por un lado proporciona un efecto lubricante en la mezcla de polímeros comprimidos y por otro modifican las propiedades gustativas de los productos. De esta manera se retarda el endurecimiento del pan y se mejora las

características de la masa. Al añadirle grasas emulsionantes a la masa se forma una capa entre las partículas de almidón y red glutínica, todo esto otorga a la miga una estructura fina y homogénea (Rivas y Martínez, 2011).

**Mejoradores:** Se denominan mejoradores del pan a los aditivos que se añaden a la harina y al agua en procura de mejorar las cualidades físicas, de elaboración, propiedades organolépticas finales y de conservación del pan. En la actualidad su participación es fundamental en la elaboración del pan, y por tanto de ellos depende en buena medida el resultado final del producto. Los diferentes elementos relativos con un mejorante son las emulsionantes, oxidantes, azúcares, enzimas, estabilizantes, etc. (Grupo Vilbo. 1999 – 2011).

### **Masa para Pan**

La masa panadera, es aquella en la que se combinan los elementos necesarios para manejarla y llegar a transformarla tras el propio proceso de panificación en pan ([www.harinasfufort.com](http://www.harinasfufort.com)). Es un material viscoelástico muy sensible a la deformación. Por ello cuando la masa se somete a fuerzas externas, los entrecruzamientos físicos y los puentes químicos débiles que sostienen los constituyentes de la masa se pueden romper y reorganizar, permitiendo su relajamiento, parcial o completo (Masi, Cavella y Sepe, 1998).

Estructuralmente se considera que la masa de pan es un sistema complejo donde la interacción entre las proteínas hidratadas, la matriz de almidón y las interacciones almidón – proteína influyen en sus propiedades viscoelásticas. La base molecular para las interacciones almidón- almidón son las fuerzas Van der Waals y los puentes de hidrógeno (Tronsmo, Magnus, Baardseth, Schofield, Aamodt y Faergestad, 2003).

Un pan de buena calidad debe alcanzar suficiente volumen, tener un aspecto atractivo tanto en forma como en color y una miga blanda finamente vesiculada para permitir una fácil masticación; pero, al mismo tiempo, suficientemente firme para que se la pueda cortar en rebanadas (López, 2002).

### **Características de la masa Panadera**

- **Fuerza panadera:** es la característica que queda reflejada en un óptimo amasado, una correcta manipulación en el formado de la masa, y en la capacidad para fermentar y cocer, obteniendo un buen desarrollo de la misma.
- **Elasticidad:** es la capacidad de la masa de recobrar su posición original tras una deformación.
- **Extensibilidad:** esta es la capacidad de la masa para ser estirada tanto físicamente como cuando se trata de retener los gases sin producirse roturas ni resquebrajamientos.
- **Tenacidad:** es la oposición inicial de la masa para ser deformada.
- **Consistencia:** está condicionada por el porcentaje de agua, viene a ser en la masa su estado de dureza o blandura.
- **Relajamiento:** la masa está inactiva, relajada, “muerta”.

### **Marcado, Rotulado y Embalaje del Pan**

- El pan debe ser envasado en las panaderías en fundas individuales, que contengan un número adecuado que facilite su comercialización.
- Las fundas o envolturas deben ser de papel especial o plástico, resistente a la acción del producto, no deben alterar sus características organolépticas o su composición; además proporcionarán una adecuada protección ante la contaminación externa.

- Las fundas o envolturas deben marcarse con el peso, precio, número de registro sanitario, designación del producto, marca comercial registrada y otra información complementaria opcional (NTE INEN 95:1979-06 “Pan Común, Requisitos. Primera Revisión).

Para efectos de comercialización, el pan debe venderse al peso, de acuerdo a la siguiente escala de números preferidos: 20g, 30g, 40 gr, 50g, 100g, 200g, 300g, 500g y 1000g. Las tolerancias permitidas en el peso, serán del 10% para panes de hasta 50 g de peso y del 5% para los demás.

### **Harina de Trigo**

Se entiende por harina al polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón. Las variedades de harina procedentes de un grano duro son aquellas recomendadas para pan, ya que poseen un gluten fuerte, que produce una masa capaz de absorber grandes cantidades de agua y producir un pan de gran volumen y buena consistencia. Por el contrario, variedades procedentes de un grano blando producen una harina muy fina, apropiada para la utilización en pasteles y galletas.

### **Clasificación de las harinas:**

Cero (0), dos ceros (00), tres ceros (000) y cuatro ceros (0000). La harina 000 se utiliza siempre en la elaboración de panes, ya que su alto contenido de proteínas posibilita la formación de gluten y se consigue un buen leudado sin que las piezas pierdan su forma. La harina 0000 es más refinada y más blanca, al tener escasa formación de gluten no es un buen contenedor de gas y los panes pierden forma; por ese motivo sólo se utiliza en panes de molde y en pastelería, en batido de tortas, hojaldres, etc (Morales, 2011).

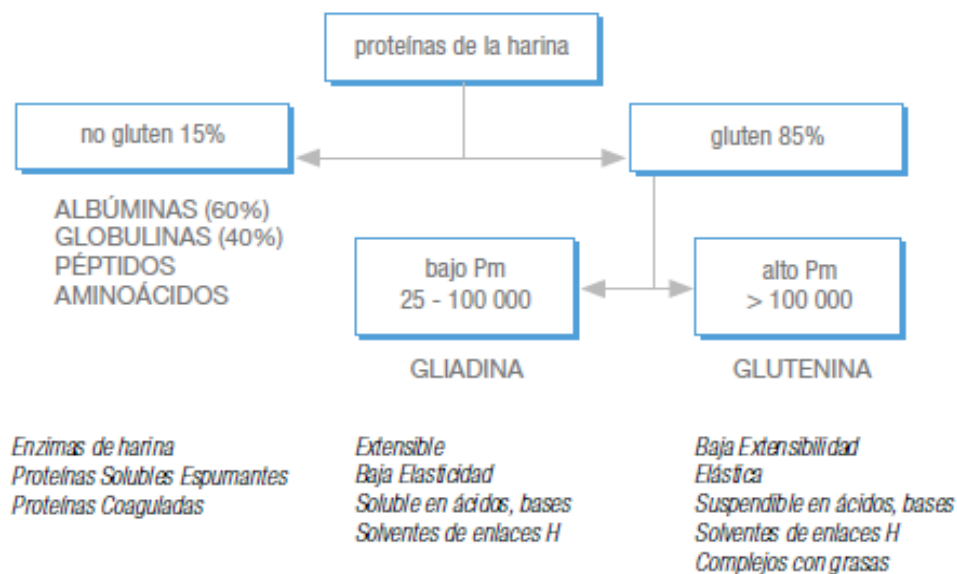
## **Calidad Panadera**

Es importante destacar, que la calidad de la harina, depende de la composición y la cantidad de las proteínas, además de su rendimiento y pureza. La composición está determinada genéticamente y puede ser adecuado por mecanismos de mejoramiento genético. En cambio la cantidad o rendimiento, está altamente influenciado por el ambiente, que puede ser modificado por prácticas de manejo, especialmente o en lo referente a la fertilización nitrogenada; y también por medios somáticos.

La harina para la elaboración de un buen pan, debe proceder en gran proporción de trigos fuertes, ya que la harina debe caracterizarse por tener: proteína de cantidad y calidad satisfactoria, fuerza y estabilidad, adecuada producción de gas y actividad amilásica, satisfactorio contenido de humedad (no superior al 14 % para poder almacenarla con seguridad) y buen color. De entre las harinas de los cereales, solamente la del trigo tiene la habilidad de formar una masa fuerte, cohesiva, capaz de retener gas y rendir por cocción un producto esponjoso, duradero y agradable en sabor, características todas éstas dependientes de la composición y cantidad de las proteínas contenidas en el endosperma (López, 2002).

## **Calidad de Proteína**

Las proteínas interactúan en presencia de agua para formar la parte insoluble de la harina y que, de acuerdo a sus características de calidad, permiten obtener masas de mayor o menor fuerza y elasticidad, características altamente deseables en el proceso de elaboración de pan (Garza, 2007). Para el caso de la harina de trigo la siguiente figura muestra las proteínas presentes, siendo el contenido de la misma en el orden de 7-20%.



**Figura 1.** Representación esquemática de las principales proteínas de la harina de trigo

**Fuente:** Grupo Amylum, 2010

Durante el proceso se añade agua a la harina y se mezcla, las proteínas insolubles gliadina y glutenina se hidratan y forman el gluten, que debe entenderse como un compuesto complejo en que están inmersos el almidón, las levaduras añadidas y otros componentes. Por tanto el gluten es el esqueleto de la masa de la harina de trigo provocando en el pan un aumento de volumen. Esta función del gluten es la responsable de la superioridad de la harina de trigo respecto a otras elaboradas con distintos cereales (Pomeranz y Shellenberger, 1971).

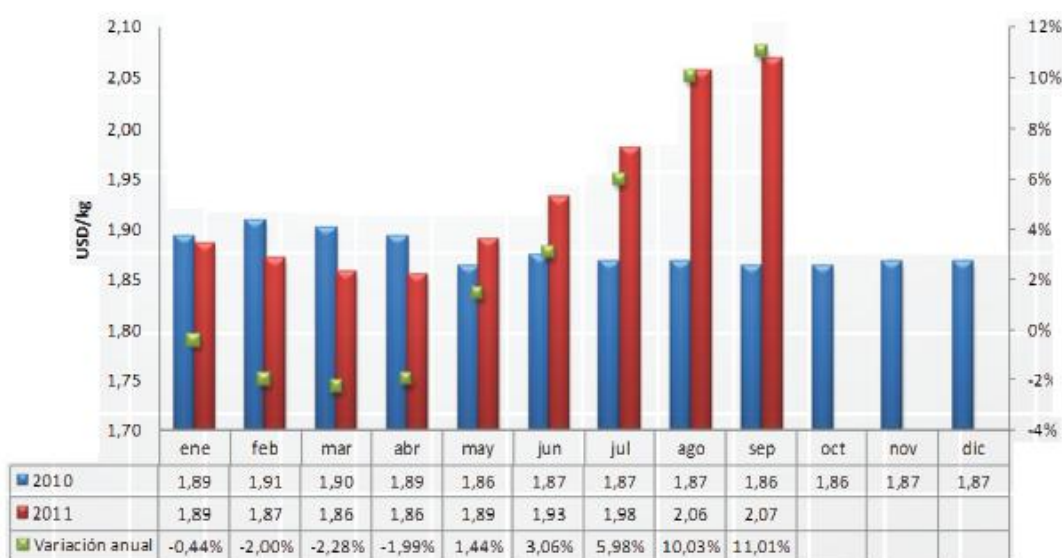
### Harina Nacional

En el 2010, el precio medio del kilogramo de harina de trigo, principal derivado del trigo producido e importado al país, presentó una variación mensual promedio de -0,12%. El valor máximo se registró en febrero cuando alcanzó un precio medio de USD 1,91/kg. Entre enero y abril del 2011, el precio del bien disminuyó respecto al mismo período del año anterior, lo contrario ocurrió en el lapso de mayo a septiembre donde se observa un incremento continuo, con esta característica la variación anual promedio se ubica en 2,76%. El precio más alto se registró en



septiembre con USD 2,07/kg. En la Figura 2 se observan los Precios Nacionales para la Harina de Trigo

**Figura 2.** Valores en dólares por kg de Harina de Trigo



**Fuente:** INEC, 2011

## Trigo

El trigo es uno de los cereales más importantes para la alimentación del ser humano porque es superior que la mayoría de los granos en cuanto a su valor nutritivo y energético. Además es cultivado alrededor de todo el mundo, debido a que es adaptable a diferentes tipos de ambientes (Potter, 1978), siendo el alimento con mayor consumo en forma directa por la humanidad y su producción es mayor que la de cultivos como el arroz, maíz y otros cereales (Serna, 1996).

La calidad de la proteína de trigo le indica al industrial el tipo de proceso a realizar. Su aceptación o rechazo se rige por medio de la certificación de laboratorio con base en el análisis de proteína (Ramírez, 1987). La proteína se denomina gluten, y es importante porque incide fuertemente en la variación que existe entre diferentes cultivares, con respecto a la calidad molinera y panadera del trigo (Garza, 2007)

## Trigo importado en Ecuador

En la industria molinera del Ecuador el trigo es el principal cereal demandado. Las importaciones, que provinieron de Canadá, USA y Argentina abastecen el 98,45% de la demanda nacional, pues la producción interna tan solo logra cubrir el 1,55 % del requerimiento total. Según la calidad del trigo, es decir del contenido de proteínas, varía el precio del grano; para ello la Organización Mundial de la Salud denota su composición de la siguiente manera: carbohidratos 70%, proteínas 16%, humedad 10%, lípidos 2% y minerales 2% (Panera, 2009).

## Trigo Nacional

El cultivo de trigo en el Ecuador ha sufrido un notable descenso, pues de 78.770 TM producidas en 1961 pasó a 8.533 TM durante el 2010; de igual manera los terrenos dedicados a esta actividad han disminuido a lo largo de los últimos 50 años (INEC, 2011). Por lo tanto, la oferta de trigo nacional ecuatoriano como una opción válida de sustitución de trigo importado, dentro de un plan de Seguridad Alimentaria, es realmente nula. La producción nacional, descartando el hecho que no es un trigo para uso industrial, no cubre ni el 3% del total requerido, situación que se ha venido agravando ya que ha disminuido en cerca del 30% en los últimos años (Negrete, 2011).

**Tabla 2.** Datos de Producción y Superficie Cosechada de Trigo Nacional

AÑO	Superficie cosechada (Ha)	Producción (TM)
1961	78.770	78.170
1971	75.960	68.493
1981	37.187	41.431
1991	37.040	24.614
2001	22.346	13.631
2010	8.533	7.605

**Fuente:** INEC, 2011

Luis Ponce, Jefe del Programa de Cereales del INIAP, ha señalado que el Ecuador está considerado como el país de más baja productividad a nivel de América Latina, con apenas el 0,7 toneladas por hectárea de promedio. En cambio nuestro consumo es de 37 kilogramos por persona al año. Al ser evidente la necesidad de impulsar la producción nacional de trigo tanto para fortalecer la soberanía alimentaria como para evitar los subsidios al trigo extranjero y otras medidas de control de precios, el INIAP y el MAGAP buscan fomentar la producción nacional a través de la ampliación del terreno dedicado a este cultivo (INEC, 2011).

#### **2.4.1.1. Gluten Vital**

El gluten de trigo vital es un polvo ligeramente amarillento, con un contenido en humedad del 9 a 12 %, que añadido a la harina aumenta el contenido proteico de la misma y sirve además para que ciertos panes especiales con alto contenido en fibra o de centeno, puedan panificarse sin problemas, obteniendo de ellos un volumen aceptable. Del mismo modo, con su adición pueden adecuarse procedimientos tecnológicos de panificación.

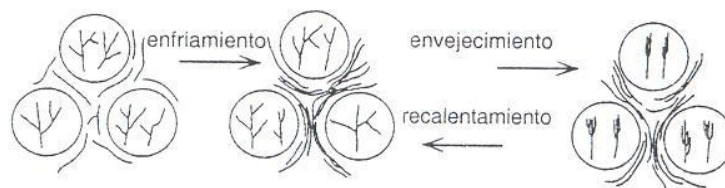
Las proteínas de Gluten interactúan por enlaces disulfuro, puentes de hidrógeno, entrecruzamientos e interacciones hidrofóbicas para formar una red continua, que es la base para el desarrollo y retención de gas en la masa (Tronsmo, Magnus, Baardseth, Schofield, Aamodt y Faergestad, 2003). Entonces el gluten es el responsable de la estructura celular de la masa, por lo tanto será necesario añadirlo cuando se requiera reforzar la estructura de la masa. Para aumentar el porcentaje de proteína de la harina hay que tener en cuenta que por cada 1 % de gluten añadido, la mezcla aumentará un 0,6 % su contenido en proteína; así pues, si tenemos una harina con el 13 % de proteínas y se añade 1 % de gluten, la mezcla se transforma en 13,6 % de contenido proteico (Tejero, F, 2011).

Por lo expuesto, se añadió gluten porque la harina de Trigo Nacional tiene un contenido de proteína alrededor del 11%; también se recomienda añadir gluten cuando el contenido en grasas y azúcares en la formulación es elevado y en panes de alto contenido en fibra. Dependiendo del uso al que se destine, la cantidad variará entre 1 y 4 kg de gluten por cada 100 kg de harina (Tejero, F, 2011).

#### 2.4.1.2. Envejecimiento del Pan

Según Bechtel, 1955; el envejecimiento de los productos panificados está definido como la disminución de la aceptación por parte del consumidor causada por cambios que no resultan de la acción de microorganismos dañinos. Durante el almacenamiento, el pan pierde gradualmente su frescura, las alteraciones más notorias son: la pérdida de la crujibilidad de la corteza, el aumento de la firmeza y disminución de la elasticidad de la miga y los cambios en el aroma y sabor (Cauvain 1998).

**Schoch y French (1947)** propusieron un modelo que describe la agregación termorreversible de la amilopectina como la principal causa del envejecimiento del pan. El Mecanismo de envejecimiento del pan se muestra en la figura



**Figura 3.** Mecanismo de envejecimiento del Pan  
**Referencia:** Cauvain y Young, 2002

La corteza pierde su textura crocante por la transferencia de humedad desde la miga y el sabor y el aroma se debilitan por la merma en las sustancias volátiles. El desarrollo de la dureza de la miga con el tiempo es un fenómeno en el que influyen diversos factores. La pérdida de humedad de la miga junto con la recristalización de la amilopectina

(asociaciones entre las cadenas) son los dos mecanismos admitidos como válidos (Figura 4 D) (Kulp y Ponte, 1981; Gray y BeMiller, 2003).

#### **2.4.1.3. Retrogradación del Almidón**

Shibanuma *et al*, 1994), define el almidón como el componente y por consiguiente carbohidrato mayoritario de la harina de trigo, siendo este una macromolécula que está compuesta por dos fracciones: la *amilosa* y la *amilopectina*. Una fracción significativa de los gránulos de almidón (aproximadamente 8%) es dañado durante la molienda; este daño mecánico de los gránulos generalmente afecta las propiedades del almidón. El almidón dañado tiene pérdida de la birefringencia, alta absorción de agua y es más susceptible a la hidrólisis enzimática (Hoseney, 1994).

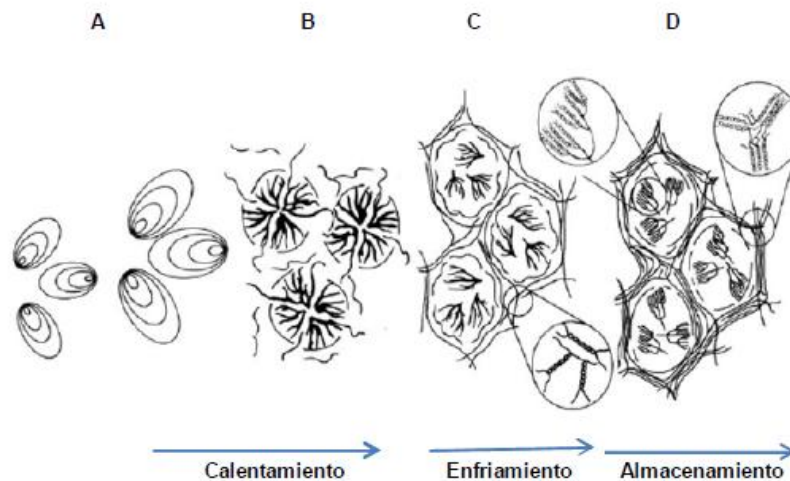
#### **Funciones en Panificación:**

El almidón cumple distintas funciones en la preparación de los productos de panificación; diluye el gluten dando consistencia a la masa, proporciona azúcares para la fermentación, aporta una superficie para que el gluten se adhiera fuertemente, ayuda en la retención del gas formado y deja menos agua disponible durante la gelatinización; este último proceso favorece la fijación de la película del gluten para que sea más rígido e impermeable al gas, evitando el colapso de la miga durante el enfriamiento del pan (Sandstendt, 1961).

Cuando los gránulos de almidón son sometidos a tratamientos térmicos, debido a su estado nativo parcialmente cristalino, experimentan distintas transiciones de fase, llamadas gelatinización y retrogradación (Belitz y Grosch, 1999). Como consecuencia de la combinación de calor, humedad y tiempo durante la cocción del pan, los gránulos de almidón se hinchan y gelatinizan (Figura 4 A).

**Gelatinización:** La gelatinización es la destrucción irreversible del orden molecular de los gránulos de almidón (Atwell *et al*, 1988). Para que ocurra este fenómeno es necesario un nivel mínimo de agua y una determinada temperatura. Durante la gelatinización, una pequeña cantidad de almidón, principalmente amilosa, es liberada en la región intergranular lo que conduce a un aumento de la viscosidad (Figura 4 B) (Krueger *et al*, 1987).

**Retrogradación:** Es una transformación, en la que las moléculas gelatinizadas de almidón se asocian para formar una estructura cristalina de dobles hélices (Cauvain y Young, 2002). La estructura y la firmeza del pan durante las primeras horas después del horneado están dadas por la retrogradación o gelificación de la amilosa solubilizada. La amilosa gelificada forma una red continua rodeando los gránulos de almidón hinchados y deformes *Introducción* (Figura 4 C), (Eliasson y Larsson, 1993)



**Figura 4.** (A) Hinchamiento de los gránulos de almidón a medida que absorben agua. (B) Gelatinización durante el calentamiento, ruptura de los gránulos de almidón y liberación de moléculas de amilosa. (C) Retrogradación de la amilosa durante el enfriamiento, formación de la red de amilosa. (D) Retrogradación de la amilopectina durante el almacenamiento, ordenamiento de las moléculas de amilopectina.

**Fuente:** Steffolani, 2010

La retrogradación de la amilopectina ocurre a una velocidad mucho menor que la amilosa por lo que se postula como uno de los fenómenos responsables del envejecimiento del pan durante su almacenamiento.

## **VARIABLE DEPENDIENTE**

### **2.4.2. Análisis de Textura del Pan**

Es Una prueba de compresión, adaptada por la AACC 74-10<sup>a</sup> (Asociación Americana de Químicos de Cereales), muy utilizada en la actualidad, en el análisis textural de los alimentos; para la evaluación la fresca del pan.

#### **Equipo Texturómetro Brookfield CT3**

El equipo “Texture Pro CT” ha sido diseñado para ser utilizado con el analizador de la textura CT3 y un sistema operativo Windows 2000 o superior. Permite recoger los datos del analizador de textura: guardarlos, visualizarlos, imprimirlos y analizarlos. Las características operacionales incluyen diversas ventajas tales como realizar análisis estadísticos de una muestra y exportar archivos de datos a otros equipos o en formato Microsoft Excel. En realidad permite manipular información como archivo de base de datos de almacenamiento de la estructura, lo que minimiza los requisitos de espacio y permite obtener un archivo fácil y lógico.

El Analizador de Textura CT3 puede realizar pruebas o tests de Compresión, APT, o tensión. Nótese que el ensayo que se realiza El test que se realiza en este trabajo es de compresión. En este test la muestra es situada entre la sonda y la sujeción inferior, y la sonda se mueve hacia abajo, presionando sobre la muestra. Los datos resultantes pueden usarse para cálculos de Dureza y Fracturas (Brookfield Engineering Labs. Inc., 2009).

**¿Por qué utilizar un analizador de textura?** Un analizador de textura puede ser usado para:

- Imitar la acción humana de comer un alimento suprimiendo las condiciones a las cuales el alimento está sujeto en la lengua y el paladar.
- Para obtener datos que sean representativos. Los resultados obtenidos con el equipo deben ser correlacionados con análisis sensoriales similares.
- Los resultados alcanzados mediante un analizador de textura podrían ser utilizados como una "Norma", contra la cual se pueden medir proyectos de investigación y desarrollo de productos, control de procesos /producción o procesos de control de calidad.

**¿Quién usa un analizador de Textura?** El equipamiento de análisis de textura es usado por una gran variedad de organizaciones como:

- Procesadores y fabricantes de alimentos
- Asociaciones, organizaciones e institutos de investigación alimentaria
- Universidades (departamentos de ciencia de los alimentos)
- Organizaciones contratadas para realizar investigación, desarrollo e innovación de alimentos.
- Consultorías
- Laboratorios gubernamentales

Los ámbitos de aplicación de las mediciones de textura son los siguientes:

1. Empírica. - Simple de realizar, rápida, rutina de control de calidad, correlación con métodos sensoriales, muestras grandes y en grandes cantidades.



2. Imitativa.- Duplicación de la masticación, correlación con métodos sensoriales, medición completa de la textura.
3. Fundamental.- Conocimiento de lo que se está midiendo; calibración. El método de ensayo ideal abarca todo lo anterior para producir una solución total.

En cuanto a los beneficios para el usuario se pueden destacar los siguientes:

- Comparación de ingredientes nuevos o alternativos con respecto a los ya existentes.
- Reducción de costos en ingredientes mediante la introducción de ingredientes más económicos.
- Marcar objetivos en el desarrollo de productos por comparación de la textura con otros productos similares.
- Ayudar en la mejora del sabor de un producto por variación de su textura.
- Medir y ayudar a mejorar la textura a través de su vida media.
- Por otro lado los beneficios para el control de producción y proceso son entre otros:

Permitir la medición y control de variaciones en la textura del alimento causado por variables de proceso tales como:

- Tiempo de Cocción
- Temperatura de Cocción
- Humedad
- Tiempo de Enfriamiento
- Tiempo de Almacenamiento

Finalmente los beneficios para el control de calidad se evidencian porque:

- Permite definir tolerancias para los proveedores de ingredientes los cuales pueden ser verificados por el departamento de Control de Calidad.
- Permite medir las variaciones de los ingredientes de un proveedor de remesa de lote en lote.
- Permite realizar una serie de ensayos sobre los productos fabricados.

## **Textura**

Las propiedades de textura se usan para controlar la calidad de la producción de los alimentos, usando normas conocidas para ese producto.

Importancia de la Textura: La importancia de la textura en el disfrute total de un producto alimenticio varía dependiendo del tipo de alimento a ser consumido. En efecto, para algunos podría ser crítica, mientras que para otros solo representa sensación nada importante.

Importancia Crítica: Alimentos donde la textura es el criterio de calidad más importante; por ejemplo, como los aperitivos crujientes, bollería horneada etc.

Importante: Alimentos donde la textura marca una importante contribución a la calidad del producto final pero no es el factor más dominante. El sabor o la apariencia podrían jugar un papel muy importante por ejemplo: confitería, productos horneados, productos lácteos, fruta etc.

Sin una consideración mayor: Alimentos donde la textura juega un papel poco o nada importante en la calidad final del producto tales como líquidos por ejemplo sopas, bebidas (Administrador, 2010).

### 2.4.2.1. Determinación de la Dureza del Pan

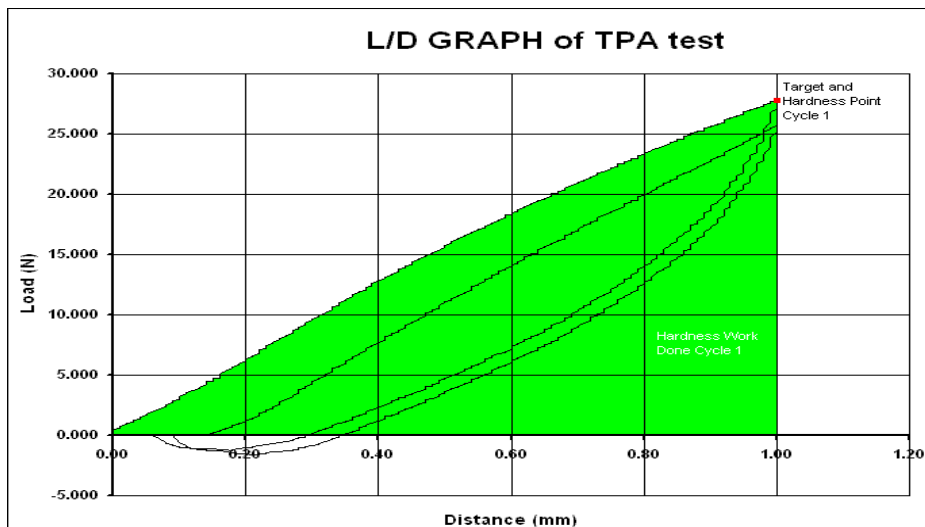
Para la determinación de la dureza en muestras de pan, se debe conocer el funcionamiento del Texturómetro Brooffield ProCT3, el cual posee un instructivo y un método específico para realizar las mediciones pertinentes a este alimento.

#### 1. Dureza

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

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

El gráfico 5, muestra la relación típica de Carga vs Distancia, para la dureza.



**Gráfico 5.** Curva tipo de Dureza realizado en un Texturómetro

**Fuente:** Inc. Manual No. M08-373, 2009

#### 2. Trabajo de dureza terminado

Definición Sensorial: Trabajo necesario para vencer la fuerza interna que mantiene unido un alimento.

Definición Matemática: Área por debajo de la curva Carga vs Distancia desde el comienzo del ciclo hasta el valor objetivo (carga o distancia).

### **3. Deformación Recuperable**

Definición Sensorial: Altura recuperada por un alimento tras sufrir una fuerza de compresión.

Definición Matemática: Distancia desde el objetivo (carga o distancia) hasta la carga zero.

### **4. Trabajo total**

El trabajo total en términos sensoriales es la suma del trabajo necesario para vencer la fuerza interna que tiene el alimento y el trabajo realizado por el alimento contra una fuerza de compresión a medida que se va quitando (Brookfield Engineering Labs, 2009)

#### **2.4.2.2. Evaluación Sensorial**

**Análisis:** distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principales elementos. También se define como un examen detallado de cualquier cosa compleja, con el fin de entender su naturaleza o determinar sus caracteres esenciales.

**Sensorial:** perteneciente o relativo a las sensaciones, sentidos.

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos y otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín-sensus, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos.

**Sentidos:** proceso fisiológico de recepción y reconocimiento de sensaciones y estímulos que se produce a través de la vista, el oído, el olfato, el gusto, y el tacto, o la situación de su propio cuerpo.

El sistema sensitivo del ser humano es una gran herramienta para el control de calidad de los productos de diversas industrias. En la industria alimentaria la vista, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, olor, aroma, gusto, sabor y la textura quienes aportan al buen aspecto y calidad al alimento que le dan sus propias características con los que los podemos identificar y con los cuales podemos hacer un discernimiento de los mismos.

#### **Tipos de Analisis:**

- **Análisis descriptivo.** - Es aquel grupo de tests en el que se realiza de forma discriminada una descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). Se entrena a los evaluadores durante seis a ocho sesiones en el que se intenta elaborar un conjunto de diez a quince adjetivos y nombres con los que se denominan a las sensaciones. Se suelen emplear unas diez personas por evaluación.
- **Análisis discriminativo.**- Se emplea en la industria alimentaria para saber si hay diferencias entre dos productos, el entrenamiento de los evaluadores es más rápido que en el análisis descriptivo. Se emplean cerca de 30 personas. En algunos casos se llega a consultar a diferentes grupos étnicos: asiáticos, africanos, europeos, americanos, etc.
- **Análisis del consumidor.**- Se suele denominar también test hedónico y se trata de evaluar si el producto agrada o no, en este caso trata de evaluadores no entrenados, las pruebas deben ser lo más espontáneas posibles. Para obtener una respuesta estadística aceptable se hace una consulta entre medio centenar, pudiendo llegar a la centena (Sancho, Bota y Castro, 2002).

### 2.4.2.3. Características de Calidad Sensorial y Textural del Pan

#### a) Características Organolépticas

El pan debe presentar el sabor y olor característico del producto fresco y bien cocido, su sabor no debe ser amargo o con indicios de rancidez.

**Color de la Corteza:** El pan debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.

**Apariencia de la Miga:** La miga del pan común debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa.

**Friabilidad:** La miga de pan no debe ser desmenuzable.

**Olor:** Deberá ser característico, agradable.

**Sabor:** Característico, ligeramente salado y agradable. No debe ser ácido.

#### b) Características Físico- Químicas

**Tamaños:** El pan común debe fabricarse en forma de panes, palanquetas o moldes, de acuerdo con las formas establecidas en la Norma INEN 94.

**Sólidos totales:** El contenido de sólidos totales, no debe ser menor del 65% para el pan blanco, del 65% para el pan semi – integral y del 60% para el pan integral.

**Acidez:** La acidez debe estar entre 5,5 y 6,0 para los tres tipos de panes.

**Humedad:** No debe ser mayor del 35% para el pan blanco, del 35% para el pan semi – integral y del 40% para el pan integral.

### **c) Características de calidad Textural**

La calidad textural, incluye aspectos como por ejemplo, la reducción de tamaño en la masticación o trituración, las superficies rugosas, la habilidad que tienen los alimentos de humedecerse y cambiar de estado con el cambio de la temperatura. Por lo tanto, el estudio de la textura de alimentos se ubica parcialmente dentro del área de la reología convencional y parte fuera de esta.

La textura incluye un número de sensaciones físicas diferentes, siendo más conveniente utilizar el término “propiedades texturales” que “textura”. Las propiedades texturales de un alimento son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material, se perciben por el sentido del tacto, se relacionan con la deformación, desintegración y flujo por la aplicación de una fuerza, y se miden objetivamente como una función de masa, tiempo y distancia (Bourme, 1982). La información textural es importante en la determinación de la funcionalidad de los ingredientes para el desarrollo de productos, en el control de calidad de productos intermedios y finales, en pruebas de tiempo de vida útil y en evaluaciones de propiedades texturales correlacionadas con pruebas sensoriales, entre otros (Steffe, 1996).

Una propiedad textural muy importante durante el procesamiento y la transformación de las masas es la dureza, porque de acuerdo a esta el consumidor hace referencia la frescura del pan.

#### **La textura y el consumidor**

Para el consumidor la textura del pan es una característica muy importante a la hora de comprarlo y la evaluación lo hace con el sentido del tacto. A través de este método empírico, el consumidor evalúa la frescura del pan. Por otro lado el Texturómetro Brookfield, es un método instrumental, que permite medir la textura del pan como dureza, adaptando la prueba de compresión, la misma que muestra resultados

confiables y que tienen correlación con aquellos que realiza el ser humano. Ambas mediciones indican el grado de dureza o suavidad que tiene el pan elaborado. Luego es posible comparar los panes de los mejores tratamientos con los resultados del pan procesado a partir de harina de trigo importado.

## **2.5. HIPÓTESIS**

### **2.5.1 Formulación de Hipótesis**

Las hipótesis a probar en el presente estudio implican conocer el efecto que tiene la adición de gluten, en la calidad sensorial y textural del pan. Las muestras de pan con las cuales se desarrolla el estudio corresponden a: pan elaborado con harina de trigo nacional - Cojitambo (molino Miraflores); y pan elaborado con harina de trigo importado - primavera (molino Miraflores). A continuación se plantean las hipótesis.

#### **Hipótesis nula**

La adición de “Gluten Vital”, en distintos porcentajes, no afecta significativamente las propiedades texturales del pan, referidas al parámetro de dureza de dicho alimento. Denotando por  $T_i$  a los tratamientos,  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ , dado que se utilizan seis niveles se tiene:

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6$$

#### **Hipótesis alternativa**

La adición de “Gluten Vital” afecta significativamente las propiedades texturales del pan, referidas al parámetro de dureza de dicho alimento en al menos dos tratamientos.

$$H_i: T_i \neq T_j \text{ en al menos dos } i, j$$



## 2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

**Variable independiente:** Pan elaborado a partir de harina de trigo nacional

**Variable dependiente:** Análisis de textura del pan

**Unidad de Observación:** Calidad textural de pan, elaborado a partir de harina nacional, adicionada con diferentes porcentajes de “gluten Vital”.

# CAPÍTULO III

## 3. METODOLOGÍA

Se aplicó un diseño experimental de bloques completos al azar, el cual permitió contrastar las hipótesis planteadas. Para la toma de datos, se utilizaron procedimientos cuantitativos, los cuales se refirieron a la medida de la dureza en el texturómetro y a través del análisis sensorial, aplicando la hoja de cata. La toma de datos tuvo fiabilidad y validez, ya que garantizó la objetividad de la información obtenida. Tales datos fueron las respuestas experimentales obtenidas.

En cuanto al ámbito que caracteriza esta investigación, cabe decirse que se aplicó investigación **bibliográfica**, pues fue necesario revisar trabajos aplicables en fuentes secundarias tales como: revistas, tesis, planes, sitios en internet. Esto permitió profundizar conocimientos teóricos a la vez que se conocieron puntos de vista y criterios técnicos sobre el tema.

Por otro lado; y lo más importante del estudio fue la fase **experimental**, a través de la cual se observaron y aplicaron los métodos propuestos para comprobar su validación. Se obtuvieron datos que permitieron que los resultados obtenidos con el equipo se relacionen con análisis sensoriales similares. Además las observaciones midieron y controlaron variaciones en la textura del alimento causadas por variables de proceso.

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

- Medición cuantitativa de resultados.
- Elaboración de tablas y gráficos.

- Cálculos estadísticos avanzados como el análisis de varianza.
- Análisis de correlación de variables

Lo anterior tuvo el propósito de evaluar el comportamiento de una de las variables en función de otras y medir el grado de relación entre las mismas. Es decir que se desea medir el efecto que tiene el uso de Gluten Vital, en las características sensoriales y de textura del pan, así como el grado de relación entre el método instrumental, para evaluación de textura y el método empírico en el cual actuó el consumidor.

### 3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

Del conjunto de tratamientos posibles, este estudio se basó en una muestra de tratamientos que correspondieron a los tratamientos experimentales del diseño de bloques y que han sido señalados en la sección 2.5.1. El mínimo número de Observaciones para los tratamientos fue 10, lo que significó obtener 60 datos de cada variable o respuesta experimental. Se selecciono el Diseño de Bloques al azar por su versatilidad para analizar situaciones en las cuales las respuestas experimentales a los tratamientos no son homogéneas y es factible utilizarlo cuando las unidades experimentales pueden agruparse de acuerdo a una característica. (Saltos, 2010).

#### Modelo Estadístico: Diseño de Bloques Completos al azar

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$  = Respuesta experimental

$\mu$  = Parámetro, media general

$T_i$  = Efecto relativo del i –ésimo tratamiento, en este caso los niveles de gluten vital

$B_j$  = Efecto relativo del j –ésimo bloque, en este caso observaciones realizadas

$\epsilon_{ij}$  = Error aleatorio

$t$  = Número de tratamientos

$r$  = Número de bloques

**Objetivo:** Establecer el mejor tratamiento relacionado con la dureza pan, en base a la adición de distintos porcentajes de “Gluten Vital”.

**Tabla 3.** Resumen de tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Gluten Vital</b>	<b>Gluten Vital (gr)</b>
T1	1%	10
T2	2%	20
T3	3%	30
T4	4%	40
T5	5%	50
T6	-	-

**Elaborado por:** Verónica Acosta

El experimento se realizó con 10 unidades de observación para cada tratamiento, obteniéndose un total de 60 respuestas experimentales.

### **Análisis Sensorial:**

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos (Anzaldúa, 1994).

Para los análisis sensoriales, caracterización física, análisis físicos y las evaluaciones texturales relacionadas con el envejecimiento, se procesó pan, elaborado a partir de los mejores tratamientos; los resultados se compararon con pan elaborado con harina de trigo importado.

### **Análisis de varianza**

El análisis de varianza sirvió para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos. El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar. El análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad a la conclusión de que la media de un grupo de puntuaciones es distinta de la media de otro grupo de puntuaciones (Echevarría, 2006).

Los datos se procesaron estadísticamente, utilizando el programa STATGRAPHICS; excel.

### **Prueba de Tukey**

Se aplicó cuando se rechaza la hipótesis de igualdad de efectos de los tratamientos experimentales. Utiliza rangos máximos y se aplica al valor crítico encontrado en la tabla de rangos “estudentizados”, el cual corresponde a la diferencia crítica mayor.

El estadístico de prueba es:

$$|Y_i - Y_j| > q_{\alpha, r(n-1)} \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

#### **Donde:**

$q_{\alpha, r(n-1)}$ : se obtiene de la tabla de rangos “estudentizados”, para un nivel de significación  $\alpha$ , un rango  $r$  y  $(n-1)$  grados de libertad (Saltos, 2010).

## Prueba de Dunnet. Comparaciones con un tratamiento referencial

El test de Dunnet fue aplicado para comparar medias grupales y está diseñado específicamente para situaciones en las cuales todos los tratamientos experimentales son comparados con un grupo referencial o control. Se aplica después que el análisis de varianza haya determinado rechazar la hipótesis de igualdad de los promedios de tratamientos. Consecuentemente su propósito es identificar grupos cuyos promedios son significativamente diferentes del grupo de referencia; en consecuencia deseamos probar las hipótesis siguientes:

$$H_0: \mu_i = \mu_{\text{control}}$$

$$H_0: \mu_i \neq \mu_{\text{control}} \text{ para } i = 1, 2, \dots, k-1$$

Para cada par (Referencia, Grupo), el test de Dunnet requiere que se calcule la diferencia de medias observada; la misma que se la compara con la diferencia mínima significativa de Dunnet. Si la diferencia observada es mayor que la  $DMS_{\text{dunnet}}$ , se declara que la media del grupo  $i$  es significativamente diferente de la media del grupo control. Esto quiere decir que la hipótesis nula es rechazada, a nivel de significancia  $\alpha$ , si ocurre lo siguiente:

$$\left| \bar{y}_i - \bar{y}_{\text{control}} \right| > d\alpha; (k-1), g_{le} \sqrt{CME \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_{\text{control}}} \right)}$$

- Donde el valor crítico de dunnet,  $d\alpha; (k-1)$ ,  $g_{le}$  depende del tamaño de los tratamientos, del número de grupos  $k$ , que se comparan con el control y el nivel de significación alfa seleccionado.
- CME: cuadrados medios del residuo, en la table de análisis de la varianza
- $g_{le}$ : grados de libertad del residuo (Saltos, 2010).

### 3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.2.1. Variable Independiente: Pan, elaborado a partir de harina de trigo nacional

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Pan.- Se designa al producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por la adición de levaduras activas.	Etapas del proceso de elaboración del pan con harina de trigo Nacional e Importado.	Tiempo Temperatura Formulación	¿Qué tiempo y temperatura, son adecuados en la elaboración del pan? ¿Cuál es la formulación del pan?	Observación Utilización de Normas INEN	Termómetro Calculadora Microsoft Excel
	Proporciones de Gluten Vital (proteína)	10, 20, 30, 40 y 50 gramos de proteína Absorción de agua	¿Qué proporción de proteína debe utilizarse, para que la harina nacional se considere panificable?	Observación	Número de observaciones experimentales
	Envejecimiento y Retrogradación del almidón	Tiempo Cambios físicos Pérdida de frescura	¿Cuáles son los cambios físicos del pan y como se evidencia la pérdida de frescura?	Observación y Metodología	Método AACC (prueba de compresión; volumen, peso, %pérdida de peso)

Elaborado por: Verónica Acosta G

**3.2.1. Variable Dependiente:** Análisis de Textura del Pan.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Análisis de Textura.- Es Una prueba de compresión AACC 74-10 <sup>a</sup> muy utilizada en la actualidad, en el análisis textural de los alimentos; adaptada para la evaluación la frescura del pan.	Calidad sensorial (Evaluación organoléptica)	Color Apariencia Friabilidad Textura Sabor	¿Son iguales las características organolépticas del pan elaborado a partir de harina nacional y las del pan con harina importada?	Pruebas sensoriales	Hoja de Catación Diseño de bloques Microsoft Excel Paquete Statgraphics Plus 4.0
	Calidad Textural (Evaluación instrumental)	Dureza (Trabajo de Dureza Terminado Deformación Recuperable Trabajo Total)	¿Existen diferencias significativas texturales entre los panes elaborados con harina de trigo nacional y aquellos elaborados con harina de trigo importado?	Pruebas Instrumentales de textura	Texturómetro Brookfield (software Pro CT V1.2 Build 9)

**Elaborado por:** Verónica Acosta



### **3.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Al trabajar con el **TEXTURÓMETRO PRO CT3 (BROKFIELD)**, los resultados experimentales de los tratamientos son las representaciones gráficas proporcionadas por este y los respectivos parámetros de texturales medidos por el mismo, gracias a la adaptación del software en el computador. Además el análisis de la calidad y aceptabilidad sensorial del pan se llevó a cabo en hojas de cata diseñadas para obtener información mediante escalas hedónicas, aplicadas a 30 personas, no entrenadas porque el consumidor es el evaluador en este caso.

#### **3.3.1. Determinación de la dureza, trabajo de dureza terminado, trabajo total y deformación recuperable de las muestras de pan**

Para determinar la dureza, trabajo de dureza terminado, trabajo total y deformación recuperable de las muestras, previamente se realizaron rebanadas individuales de 25 mm de espesor de cada pan. Las rodajas fueron cortadas con un cuchillo especial para el pan, se eliminó una rebanada por cada muestra, pero no las costras. La prueba se realizó con una sonda cilíndrica de 38,1 mm de diámetro (TA4/1000) y posteriormente se configura el test, en modo normal a una velocidad de ensayo de 2 mm / s, y una distancia de 10 mm, con una carga inicial de 0,05 N. La muestra se sometió entonces a 40% de deformación y la carga de compresión a 25% de deformación; los registros se hicieron en Newton.

#### **3.3.2. Determinación del diámetro y la altura de las muestras del pan**

Se midió individualmente el diámetro y la altura de 10 muestras de producto para cada tratamiento, utilizando un pie de rey, posteriormente se registró los valores de cada muestra en cm. Luego se procedió a realizar los respectivos análisis estadísticos.

### **3.3.2. Determinación de las propiedades físicas del pan**

Peso del pan. Se pesaron individualmente 10 panes usando la balanza analítica; se registraron los pesos obtenidos de cada muestra y finalmente se calculó el peso promedio, la varianza y la desviación estándar. Para el % de Pérdida de Peso, peso específico, volumen y volumen específico, se procede como se indica en la sección 2.3 de este trabajo. El porcentaje de pérdida de peso fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de PP} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

### **3.2.3. Determinación de las características sensoriales del pan**

La evaluación sensorial se realizó en paneles de catación, donde a los consumidores se les presenta las muestras de pan en un orden no establecido; se pide degustar y posteriormente se registran sus respuestas, de acuerdo a cada característica, de la hoja de cata, indicándoles una breve definición; se trabajó por duplicado (total 60 catadores). Por otro lado se contabilizaron datos, calcularon respuestas promedio y ejecutaron análisis de varianza para cada cualidad.

## **3.4. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se utilizó el paquete informático Microsoft Office: Word, Excel y Visio. En Word se escribieron los textos; en Excel se tabuló la información útil y se procesó los datos mediante las herramientas del mismo programa informático; y en Visio se realizó los diagramas respectivos para el proceso de elaboración del pan. Por otro lado, el análisis estadístico correspondiente al diseño experimental de bloques completos al azar, se efectuó a través del paquete informático Excel y el paquete estadístico Statgraphics Plus 4.0.

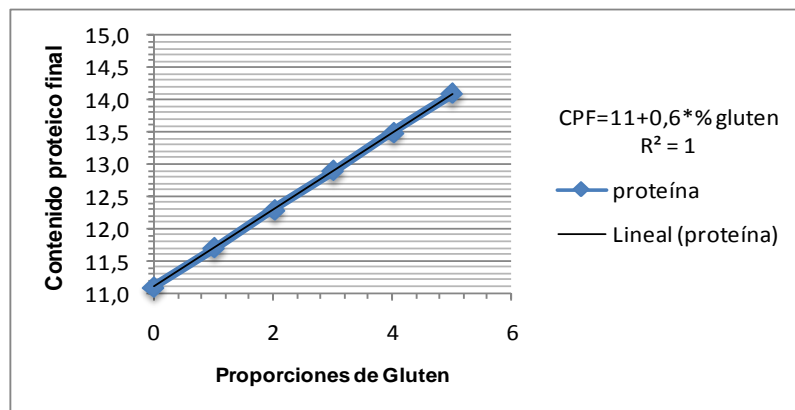
# CAPÍTULO IV

## 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis de Resultados

#### 4.1.1. Adición de gluten vital en la harina de trigo nacional.

Para añadir el gluten, lo primero que se hizo fue mezclarlo con los ingredientes secos antes de hacerlo con el agua porque el contacto directo del gluten con los componentes líquidos de la masa, provoca la formación de grumos en la masa difíciles de disolver. En el Gráfico 6 se observa la relación entre la proporción de gluten añadido y el contenido proteico final en la harina. El análisis de regresión lineal fue significativo al 5 % indicando que el contenido proteico final subestima las proporciones de gluten con respecto al contenido de proteína inicial en la harina, el mismo que se determinó a partir de los análisis reológicos y caracterización de harina de trigo nacional e importada, durante el desarrollo del proyecto “Desarrollo de mezclas farináceas de cereales (maíz, quinua y cebada) y papas ecuatorianas como sustitutos parciales del trigo importado para la elaboración de pan y fideos (PHPPF)”, realizado por la UOITA. La variabilidad explicada por el modelo, se considera positiva en un 100%.



**Gráfico 6.** Relación del Contenido de proteína de la Harina de trigo Nacional, determinada a partir de la adición de distintas proporciones de Gluten Vital, para los cinco tratamientos en estudio.

#### **4.1.2. Elaboración de Pan**

En la Tabla A-3 se muestran detalladamente las etapas de proceso, para obtención del pan, indicando las mismas en un diagrama de bloques, presentado en el Anexo A-1; es importante enfatizar en la absorción de agua, ya que esta aumentó, porque existe una relación directa entre el agua a añadir y la cantidad de proteínas contenidas en la harina, así: mientras mayor es % de proteínas (gluten), mayor fue la absorción de agua y viceversa. Por cada kilo de gluten seco que se añade a la masa hay que agregar un litro y medio de agua, aumentando de esta forma la absorción y el rendimiento del pan; el balance de materiales mostrado en el (Anexo A-2), permitió determinar que el rendimiento del pan al 5% de gluten es 270,11%. El gluten fue el responsable de la retención de gas durante la fermentación y de la estructura celular de la masa, por lo tanto fue importante añadirlo porque se necesitó retener gas y se requirió reforzar la estructura de la masa, lo cual se verificó al final de la etapa de cocción donde como resultado se obtuvieron panes con mayor volumen (Tabla B-6 Y B-7).

Se observa que el tiempo de amasado se incrementó a medida que aumentaba la dosificación de proteína; para tener una idea, por cada 2% de gluten añadido el tiempo de amasado se desarrolló en un 15%; este aumento en el tiempo de amasado se debió a la necesidad de formar mayor cantidad de gluten proporcionado por el incremento de la proteína adicional.

#### **4.1.3. Caracterización del pan con el Equipo Texturómetro Brookfield**

Se utilizó el equipo CT3, Texture Analyzer con la finalidad de obtener valores representativos de textura del pan "dureza", tomando en cuenta que no es un reemplazo, de la evaluación textural realizada por el hombre, si no más bien un complemento que permitió un control de calidad más completo para producción del alimento; en el (Anexo H), se detalla el método utilizado.

#### **4.1.3.1. Evaluación Instrumental de la Textura de pan**

Para evaluación de la textura del pan, se requirió especificar las condiciones en las que se llevó a cabo la prueba, para tener una mayor posibilidad de comparar y reproducir; como se ha mencionado el método utilizado adapta la prueba de compresión, la cual realiza un ensayo, en donde un objeto es presionado dentro o sobre un producto alimenticio, con una cierta fuerza y velocidad; con este fundamento para el test, se tomó la muestra y colocada en la mesa con la cara hacia el centro de la barra hacia arriba, la sonda bajó hacia el alimento comprimiéndolo, finalmente la carga detectada por la sonda se registró de forma continua a través del software, obteniéndose los pertinentes parámetros.

#### **4.1.3.2. Evaluación de Parámetros Texturales**

En este punto se ha tomado en cuenta las características mecánicas de textura, correlacionando la relación del alimento al esfuerzo, donde se consideran los parámetros primarios, en los cuales se incluye la dureza (Rosenthal, 2001), para cuyos cálculos el equipo también hace referencia al trabajo de dureza terminado y la deformación recuperable. El ensayo que se realizó para medir los parámetros, es considerado como imitativo, dado que se intenta, simular la masticación; específicamente el primer mordisco, es decir antes de que el alimento sea deglutido, una primera fase es la que se pretende estimar a partir de valores dados por el instrumento.

En las tablas E-1, E2 Y E-3 (Anexo E) se registran los resultados experimentales de los parámetros: dureza, trabajo de dureza terminado y deformación recuperable, para muestras de pan de harina de trigo nacional cojitambo con adición de gluten y harina de trigo importado 100%. A continuación se discuten los resultados obtenidos.

## **Dureza de Pan**

Este parámetro se define a detalle en la sección 2.4.7, punto 1, del capítulo dos, del presente trabajo; en las tablas de la C-1 hasta la C-9, se presentan los informes de datos correspondientes a pan al 4 y 5% de gluten y aquellos que incumben al pan de harina importada, en los cuales se indica que la frecuencia de muestreo es de 10 puntos/ Segundo, lo que significa que por cada 10 puntos, hay un tiempo máximo de un segundo, así mismo por cada segundo habrá una distancia y carga máximas. Los gráficos obtenidos a partir de los mencionados valores se visualizan en el (Anexo-G; G-37 al G-56). Al momento de analizar muestras de pan, también se van registrando resultados en la base de datos del software instalado en el computador, los cuales se presentan en informes, como se puede apreciar en las tablas de la D-1 a la D-6 (Anexó D), estas muestran los resultados promedios para cada uno de los tratamientos.

A partir de los valores de las tablas C-10 a la C-12, se establecieron las variables x, y, para análisis de regresión lineal, el cual resultó altamente significativo al 5%, las variables permitieron relacionar los parámetros texturales con el tiempo y se encontraron que los coeficientes de determinación son muy cercanos a uno, incluso se puede decir que la variabilidad es positiva hasta un 99%. Los gráficos procedentes se visualizan en el (Anexo G), del G-20 al G-25, indicando que los cambios de textura tienen una relación directamente proporcional con el tiempo y la distancia, es decir, conforme aumenta el tiempo en segundos y la distancia en mm, para cada una de las muestras, el pan va endureciéndose paulatinamente, explicándose este fenómeno por las distintas ecuaciones lineales presentadas para cada tratamiento.

## **Trabajo de Dureza Terminado (TDT)**

Se refiere al área por debajo de la curva Carga vs Distancia, desde el comienzo del ciclo hasta el valor objetivo (carga o distancia), sección 2.4.7; lo expuesto se observa claramente en el gráfico G-2, resaltando así el efecto del gluten sobre este parámetro, puesto que a mayor porcentaje

de gluten, menor trabajo de dureza terminado, considerándose una relación de comportamiento inversa. La tabla 4 de análisis de varianza indica que existe diferencia de TDT entre los tratamientos al  $\alpha$  0,05, contribuyendo así al rechazó de la hipótesis  $H_0$  de igualdad de efectos; por lo tanto se considera aplicar la Prueba de Diferenciación de Tukey, para observar cuales tratamientos son significativamente distintos.

**Tabla 4. Análisis de Varianza para TDT (mJ) de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	19403,2	5	3880,64	37,09*	0,0000
B:Observaciones	759,374	9	84,3749	0,81	0,6125
RESIDUAL	4707,78	45	104,617		
TOTAL (CORRECTED)	24870,4	59			

**Valor F tablas= 2.42**

**\* Significancia  $\alpha=0.05$**

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

La respectiva prueba de Diferenciación de Tukey de la Tabla 5 determinó que el tratamiento T0, es diferente significativamente con los tratamientos T1, T2, T3 y T4, con un promedio de 26,06 mJ. Sin embargo se aprecia que el promedio del tratamiento 5 al ser 31,93 mJ, indica que no difiere del promedio del tratamiento 0, observando así en estas dos muestras un mismo comportamiento de trabajo de dureza terminado.

**Tabla 5. Prueba de Diferenciación de Tukey para TDT (mJ) de Pan**

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Pan de Trigo Importado (T0)	10	26,06	a
Pan al 5% de Gluten (T5)	10	31,93	ab
Pan al 4% de Gluten (T4)	10	43,26	bc
Pan al 3% de Gluten (T3)	10	56,05	cd
Pan al 2% de Gluten (T2)	10	65,44	de
Pan al 1% de Gluten (T1)	10	76,838	e

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

## Deformación Recuperable

Se define como la distancia desde el objetivo (carga o distancia) hasta la carga zero, lo expuesto se aprecia en el Anexo G (gráficos de textura). Los resultados promedios observados en la tabla E-3, atribuyen una gran similitud; para una mayor comprensión se ilustran en el gráfico G-3, en el cual se observan valores intercalados para cada tratamiento. De acuerdo al análisis de varianza de la tabla 6 si existe diferencia significativa entre los tratamientos, a un nivel de significación  $\alpha=0,05$ . En consecuencia al 5% de significación los panes de cada tratamiento no poseen un mismo comportamiento de deformación recuperable.

**Tabla 6. Análisis de Varianza para DR (mm) de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	26,0809	5	5,21619	2,64*	0,0354
B:Observaciones	35,9091	9	3,9899	2,02	0,0589
RESIDUAL	88,8488	45	1,97442		
TOTAL (CORRECTED)	150,839	59			

Valor F tablas= 2.42

\* Significancia  $\alpha=0.05$

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

En la tabla 7, se presenta la prueba de diferenciación de Tukey, la cual, muestra que los tratamientos no son diferentes al 95 % de confianza, pese a que en la tabla 6, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de efectos, la prueba aplicada, al comparar las medias de cada tratamiento, concluy que los panes son iguales, denotando un mismo comportamiento de deformación recuperable en las muestras.



**Tabla 7. Prueba de Diferenciación de Tukey para DR (mm) de Pan**

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Pan al 4% de Gluten (T4)	10	3,425	a
Pan al 2% de Gluten (T2)	10	3,538	a
Pan al 1% de Gluten (T1)	10	3,904	a
Pan al 3% de Gluten (T5)	10	4,345	a
pan al 6% de Gluten (T6)	10	4,79	a
Pan al 5% de Gluten (T5)	10	5,255	a

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

#### 4.1.4. Aplicación del Diseño Experimental y Selección del Mejor Tratamiento.

Como se ha señalado en el capítulo 3, en la sección 3.1, se aplicó el diseño de bloques completos al azar, en el cual se tienen un total de 60 respuestas experimentales, porque son seis tratamientos, realizados cada uno por un total de diez observaciones. A continuación se realiza el análisis estadístico de varianza mediante el cual se consiguió discriminar los mejores tratamientos.

**Tabla 8. Análisis de Varianza para Dureza (Newton) de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	640,557	5	128,111	178,11*	0,0000
B:Observaciones	8,69777	9	0,966419	1,34	0,2423
RESIDUAL	32,3671	45	0,71927		
TOTAL (CORRECTED)	681,622	59			

**Valor F tablas= 2.42**

**\* Significancia  $\alpha=0.05$**

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

El análisis de la tabla 8 muestra, que existe diferencia significativa entre las formulaciones de los tratamientos, al 95% de confianza, por lo cual se realizó la prueba de Tukey para ver cuáles de los tratamientos realmente difieren.

**Tabla 9. Prueba de Diferenciación de Tukey para Dureza (Newton) de Pan**

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Pan de Trigo Importado (T6)	10	4,101	a
Pan al 5% de Gluten (T5)	10	5,16	ab
pan al 4% de Gluten (T4)	10	6,244	b
Pan al 3% de Gluten (T3)	10	9,219	c
Pan al 2% de Gluten (T2)	10	11,32	d
Pan al 1% de Gluten (T1)	10	13,039	e

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

La prueba de diferenciación de la tabla 9 muestra, que el tratamiento 6, difiere de los tratamientos 4, 3, 2, 1 a un nivel de significancia 0,05, considerando así un comportamiento de dureza distinto entre los panes. Sin embargo la tabla 7 también indica que el tratamiento 4, no difiere del tratamiento 5, y este a su vez no difiere del tratamiento 6, concluyendo así un comportamiento similar de dureza entre las muestras relacionadas. Como interesa que el pan presente una característica suave y no dura porque sino se atribuiría a envejecimiento, las muestras consideradas con dureza aceptable corresponden a las medias 4,10; 5,16 y 6,24, aunque esta última puede ser descartada.

**Tabla 10. Efecto promedio de distintas proporciones de Gluten sobre las propiedades texturales del pan.**

Gluten (%)	Dureza (N)	Trabajo de Dureza (mJ)	Deformación Recuperable (mm)
1	13,04	76,84	3,90
2	11,32	65,44	3,54
3	9,22	56,05	4,35
4	6,24	43,26	3,43
5	5,16	31,93	5,26
0	4,10	26,06	4,79

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

Las proporciones de gluten añadidas a la harina de trigo nacional, contribuyen mejorar la calidad textural del pan, así se muestra en la tabla 10 donde el comportamiento de dureza y trabajo de dureza terminado van disminuyendo conforme a la adición de gluten en una mayor proporción, en tanto que la deformación recuperable varia constantemente.

#### **4.1.5. Caracterización Física del Pan**

La caracterización del pan correspondiente a valores de diámetro y altura de la muestra de trigo importado 100% y mejores tratamientos (T4 Y T5). Se muestran de acuerdo a la Tablas B-1. Para determinar la diferencia significativa se realizó el análisis estadístico de varianza.

##### **4.1.5.1. Diámetro del Pan**

Los valores promedios de diámetro fluctúan entre 6,5 cm y 7,61, como se reporta en la tabla B-1. El ANOVA de la tabla 11 determinó que si existe diferencias de diámetro entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95%, y la prueba de Dunnet presentada en la tabla 12 indica que uno de los tratamientos con harina de trigo nacional, el T4 es distinto del pan T0 (control), en tanto que el T5 no es diferente del pan de harina de trigo importado. Por tanto la adición de gluten en un 5%, conjuntamente con mejoradores permitidos (75 ppm  $\alpha$  amilasa + 80ppm ácido ascórbico +100ppm glucosa oxidasa + 100ppm esteaoril lactilato de sodio) contribuyeron a un mejor diámetro del pan elaborado con harina nacional, igualandose así al diámetro del pan de trigo importado o control.

**Tabla 11. Análisis de Varianza para Diámetro de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	6,954	2	3,477	14,20*	0,0002
B:Observaciones	2,143	9	0,238111	0,97	0,4928
RESIDUAL	4,406	18	0,244778		
TOTAL (CORRECTED)	13,503	29			

**Valor F tablas= 3,55**

**\* Significancia  $\alpha=0.05$**

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

El gráfico G-8 representa, los valores de diámetro de una mejor manera, observándose así una diferenciación, más amplia, con respecto a esta dimensión.

**Tabla 12. Prueba de Dunnet para diámetro del Pan. Comparaciones múltiples con un tratamiento referencial**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS dunnet
T4	6,5 <sup>b</sup>	-1,11*	0,530
T5	7,4 <sup>a</sup>	-0,21	
T0	7,61 <sup>a</sup>		

**Fuente:** Output Excel

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

#### 4.1.5.2. Altura del Pan

El rango de altura está entre 4,20 cm y 4,98 cm como lo refleja la tabla B-1. Estableciendo que si existe diferencia significativa de altura entre los tratamientos de acuerdo al análisis de varianza de la tabla 13, a un 5% de significancia.

**Tabla 13. Análisis de Varianza para Altura de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	3,49267	2	1,74633	22,88*	0,000
B:Observaciones	0,607	9	0,0674444	0,88	0,557
RESIDUAL	1,374	18	0,0763333		
TOTAL (CORRECTED)	5,47367	29			

Valor F tablas= 3.55

\* Significancia  $\alpha=0.05$

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

Al rechazar la hipótesis de igualdad de efectos en la tabla 13; es factible utilizar la prueba de comparación múltiple de dunnet, en vista de que se tiene como referencia el pan elaborado con harina importada.

**Tabla 14. Prueba de Dunnet para altura del Pan. Comparaciones múltiples con un tratamiento referencial**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS dunnet
T4	4,20 <sup>b</sup>	- 0,78 *	0,296
T5	4,85 <sup>a</sup>	-0,13	
T0	4,98 <sup>a</sup>		

**Fuente:** Output Excel

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

En la tabla 14 la DMS dunnet, es mayor con respecto a la media del tratamiento 5, por tanto se concluye que existe diferencia significativa entre la media del tratamiento control y la media de dicho tratamiento, sin embargo la media del tratamiento 4 si es diferente de la media del tratamiento referencial, considerandose así como un pan diferente.

#### **4.1.6. Estabilidad del Pan**

Desde otro punto de vista, la calidad del pan puede también entenderse en base al criterio de estabilidad, es decir a la aptitud que posee un producto para no alterarse rápidamente y que a la larga determina el tiempo de permanencia en el anaquel (Saltos, 2010). A partir de este concepto, en el presente estudio se han calculado la dureza y otros parámetros texturales, haciendo referencia a los mismos como indicadores de frescura frente al envejecimiento del pan, durante tres días de almacenamiento; los valores de cambios de textura para esta estimación de calidad en el pan, se reportan en la tabla D-10, así como sus respectivos informes de resultados, recopilados en las bases del software, instalado en el computador se muestran en las tablas de la D-7 a la D-9.

##### **4.1.6.1. Envejecimiento del Pan.**

El término envejecimiento hace referencia a la disminución gradual de la aceptación del consumidor del pan debido a todos los cambios químicos y físicos que tienen lugar en la corteza y en la miga durante el almacenamiento, excluyendo la alteración microbiológica (Betchtel y col, 1953). El resultado de estos cambios es un producto que el consumidor ya no considera fresco (Stanley, Cauvain y Lynda s; 2002); se destaca entonces que el envejecimiento se presenta por los cambios que se producen en la textura de la miga del pan, así se aprecia en los gráficos texturales de los mejores tratamientos y tratamiento control (Anexo G), como resultado de las mediciones en el equipo Texturómetro Brookfield obtenidos en periodos de 24, 48 y 32 horas.

Lo mencionado anteriormente indica que los procesos que provocan el envejecimiento comienzan durante el enfriamiento; este fenómeno está asociado principalmente con el endurecimiento de la miga del pan, así cuando se midió la dureza se tuvieron resultados medios de (6,69 N; 7,80 N; 9,76 N), para el Pan al 4% de Gluten, en cambio para el

pan al 5% de gluten estos valores son (5,49 N; 7,10 N; 9,50 N) y finalmente en el pan de trigo importado se tiene (3,82 N; 5,12 N; 6,89); para cada uno de los tratamientos se observa un comportamiento ascendente de este parámetro, conforme al paso del tiempo; para un mejor entendimiento, se ilustraron en un gráfico de cilindros los promedios de cada pan en los cuales se aprecia lo expuesto (Gráfico G-4; Anexo G).

Las mediciones de los parámetros texturales: trabajo de dureza terminado, deformación recuperable y trabajo total también se midieron en un periodo de 24, 48 y 72 horas; los resultados se reportan en las tablas C-14; C-15; C-16, del Anexo C y se observa claramente el comportamiento de estos para cada pan en los gráficos G-5; G6; G7 (Anexo G), atribuyéndose la variación de valores a la pérdida de frescura del producto.

Consecuentemente en los gráficos de estabilidad en el tiempo para el pan se verifica el comportamiento de cada parámetro con respecto al tiempo de almacenamiento, explicándose el fenómeno de endurecimiento de cada formulación por las ecuaciones presentadas en los gráficos G-26; G-27; G-28 y ; G-29, las cuales son lineales en el caso de dureza, trabajo de dureza terminado y trabajo total, es decir el producto conforme avanza el tiempo va perdiendo su blandura gradualmente; sin embargo la deformación recuperable posee una manera distinta de relación en el tiempo, destacándose dicho comportamiento en cada uno de los panes, lo cual según las ecuaciones presentadas en el gráfico G-29, manifiestan una ecuación polinómica de segundo orden, en consecuencia de la no atribución lineal de los puntos interconectados; por otro lado el efecto del gluten en los tratamientos es evidente, ya que a una mayor proporción añadida de esta proteína, menor dureza tiene el pan.

## 4.1.7. Análisis Físicos del Pan

### 4.1.7.1. Peso del Pan

Éste parámetro se ve influido directamente por la pérdida de agua durante el proceso de cocción del pan, en forma de vapor, debido a las temperaturas altas a las que son sometidos los panes. De acuerdo a las tablas B-2, B-3 Y B-4 3 el peso es de 35,82g en el T4, 38,17g en caso del T5, y 36,59 para el tratamiento referencia, las comparaciones se aprecian en el gráfico G-9. El análisis de varianza de la tabla 15 a un 5% de significancia, revela que existe diferencia de peso entre los tratamientos; de modo que los panes de trigo nacional y de trigo importado si poseen diferencias de peso, por ende para comparación múltiple con el tratamiento control se aplica el test de dunnet.

**Tabla 15. Análisis de Varianza para Peso (gr) de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	28,706	2	14,353	28,51*	0,000
B:Observaciones	6,64533	9	0,73837	1,47	0,233
RESIDUAL	9,06067	18	0,50337		
TOTAL (CORRECTED)	44,412	29			

*Valor F tablas= 3,55* *\* Significancia  $\alpha=0.05$*

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

El test de dunnet, presentado en la tabla 16, demuestra, que las medias de todos los panes difieren significativamente, de la media del tratamiento referencial, consecuentemente los tratamientos son diferentes del control a un nivel de significación  $\alpha$  0,05.



**Tabla 16. Prueba de Dunnet para peso del Pan. Comparaciones múltiples con un tratamiento referencial**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS dunnet
T4	35,82 <sup>c</sup>	-0,77 *	0,761
T5	38,17 <sup>b</sup>	1,58 *	
T0	36,59 <sup>a</sup>		

**Fuente:** Output Excel

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

#### 4.1.7.2. Peso específico del Pan

El peso específico del pan se obtuvo dividiendo el peso del pan para el volumen calculado del mismo. Según el análisis de varianza presentado en la tabla 17 para este parámetro se considera aceptar la hipótesis alternativa al 95 % de confianza, y por ende se rechaza  $H_0$  de igualdad de efectos.

**Tabla 17. Análisis de Varianza para Peso específico (gr/cm<sup>3</sup>) de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	0,0227467	2	0,0113733	5,11*	0,017
B:Observaciones	0,00998667	9	0,00110963	0,50	0,856
RESIDUAL	0,0400533	18	0,00222519		
TOTAL (CORRECTED)	0,0727867	29			

**Valor F tablas= 3,55**

**\* Significancia  $\alpha=0.05$**

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

Como si existen diferencias a un nivel  $\alpha$  0,05, es óptimo realizar el test de comparación múltiple de dunnet, para tal efecto se muestra la tabla 18, en la cual, la DMS dunnet es menor a la media del tratamiento 4, lo que significa que este tratamiento es diferente del tratamiento control, en tanto el tratamiento 5 no es diferente de la muestra referencial.

**Tabla 18. Prueba de Dunnet para peso específico del Pan.  
Comparaciones múltiples con un tratamiento referencial**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS dunnet
T4	0,398 <sup>b</sup>	0,054 *	0,050
T5	0,336 <sup>a</sup>	-0,008	
T0	0,344 <sup>a</sup>		

**Fuente:** Output Excel

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

En las tablas B-2, B-3 y B-4, también es posible apreciar los promedios de peso específico, los cuales se visualizan, mediante diferenciación en el gráfico G-11

#### 4.1.7.3. Porcentaje Perdida de Peso del Pan

Contribuye el 21% de la pérdida de agua del pan, durante su cocción. El ANOVA de la tabla 19 para las respuestas experimentales en % pérdida de peso concluye rechazar la hipótesis de igualdad de efectos.

**Tabla 19. Análisis de Varianza para Perdida de Peso en Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Valu
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	179,412	2	89,7062	28,51*	0,000
B:Observaciones	41,5333	9	4,61481	1,47	0,233
RESIDUAL	56,6292	18	3,14606		
TOTAL (CORRECTED)	277,575	29			

**Valor F tablas= 3,55**

**\* Significancia  $\alpha=0.05$**

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

De acuerdo a las tablas B-2, B-3 y B-4 el % pérdida de peso es de 10,45 % para T4; 4,57% en caso del T5 y 8,52% en el T0, al aplicar dunnet sobre estas medias, como se muestra en la tabla 20, se observa que si existe diferencia entre los tratamientos con respecto a la media del

pan control, ya que la DMS *dunnet* es menor a la diferencia reportada para los tratamientos T4 y T5 al nivel de significación escogido.

**Tabla 20. Prueba de Dunnet para % pérdida de peso en pan.  
Comparaciones múltiples con un tratamiento referencial**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS <i>dunnet</i>
T4	10,45 <sup>c</sup>	1,925 *	1,903
T5	4,575 <sup>b</sup>	-3,950 *	
T0	8,525 <sup>a</sup>		

**Fuente:** Output Excel

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

Las ilustraciones mostradas para cada uno de los tratamientos, con respecto a este análisis se muestran en el gráfico G-10 (Anexo G), en el cual se aprecia claramente la diferenciación entre los promedios de las muestras de pan discutidas.

#### 4.1.7.4. Volumen del Pan

Éste parámetro se determinó mediante la técnica de desplazamiento de semillas y se calcula, como se menciona en la sección 2.3 del capítulo 2; el volumen depende principalmente de la calidad de la harina, de la cantidad y calidad del gluten, y de la cantidad de azúcar presente; aunque con una manipulación adecuada se consigue el aumento de volumen en distintos panes (Bennion, 1969).

Según los resultados reportados en las tablas B-5, B-6 y B-9 el T0 tuvo un volumen promedio de 108,5 cm<sup>3</sup>; el T4 presentó 91,5 cm<sup>3</sup>, mientras que el T5 alcanzó 114 cm<sup>3</sup>. La razón de varianza de la tabla 21 muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**Tabla 21. Análisis de Varianza para Volumen (cm<sup>3</sup>) de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Valu
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	2751,67	2	1375,83	8,26*	0,002
B:Observaciones	1046,67	9	116,296	0,70	0,702
RESIDUAL	2998,33	18	166,574		
TOTAL (CORRECTED)	6796,67	29			

**Valor F tablas=3,55**

**\* Significancia  $\alpha=0.05$**

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

Conforme la prueba de Dunnett en la tabla 22 el T4 (pan al 4% de gluten) es diferente del pan de trigo importado, en tanto que el T5 (pan al 5% de gluten) no es diferente porque la DMS dunnet es mayor a la media de dicha muestra, determinando así que el pan al 5% de Gluten, posee igual y mejor volumen en relación al tratamiento referencial, esto corroboró que el gluten contribuye a mejorar las características físicas del pan; según Grupo Amylum (2010) el gluten de trigo absorbe aproximadamente el doble de su propio peso en agua y se fija irreversiblemente a temperaturas superiores a 85° C, permitiendo así el incremento de volumen del pan.

**Tabla 22. Prueba de Diferenciación de Tukey para Volumen (cm<sup>3</sup>) de Pan**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS dunnet
T4	91,5 <sup>b</sup>	-17,0*	13,852
T5	114 <sup>a</sup>	5,5	
T0	108,5 <sup>a</sup>		

**Fuente:** Output Excel

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

En el gráfico G-12, se evidencia la diferencia de volumen para las muestras de pan de cada tratamiento.

#### 4.1.7.5. Volumen específico del Pan

Se obtiene de la división entre el volumen y el peso del pan, la través del ANOVA, mostrado en la tabla 23, se encuentra que existe diferencia en los tratamientos al nivel de significancia escogido, dicho de otra manera se rechaza la hipótesis de igualdad  $H_0$ .

**Tabla 23. Análisis de Varianza para Volumen específico (cm<sup>3</sup>/gr) de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	1,18145	2	0,590723	4,46*	0,0267
B:Observaciones	0,56068	9	0,0622978	0,47	0,8759
RESIDUAL	2,38442	18	0,132468		
TOTAL (CORRECTED)	4,12655	29			

Valor F tablas= 3,55

\* Significancia  $\alpha=0.05$

Fuente: Statgraphics Plus 4.0

Elaborado por: Verónica Acosta G.

Los promedios de volumen pertenecientes a cada tratamiento se reportan en las tablas B-5, B-6 y B-9, sobre los cuáles se aplica el test de comparación múltiple de Dunnet (tabla 24), encontrando que su DMS, es mayor con respecto a la media del tratamiento 5, por tanto este pan no es diferente del pan de harina importada, lo contrario ocurre con la media del tratamiento 4, la cual indica que si es diferente del control a un nivel de confianza del 95%.

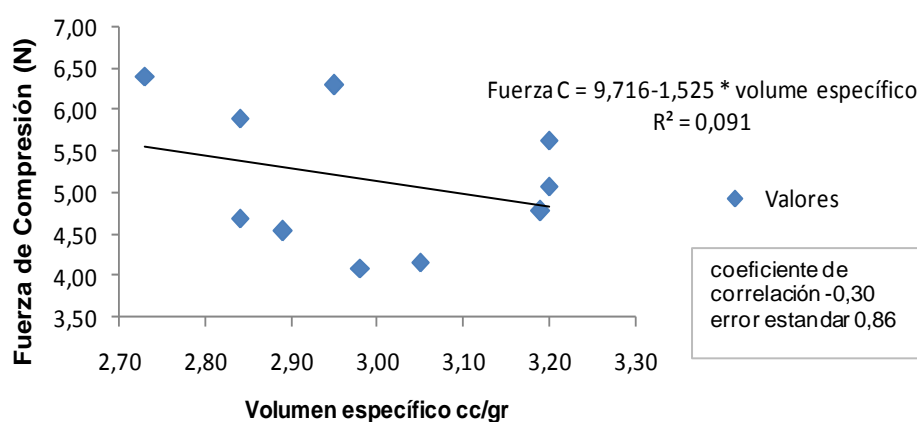
**Tabla 24. Prueba de Dunnet para Volumen específico (cm<sup>3</sup>/gr) de Pan. Comparaciones con un tratamiento referencial para**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS dunnet
T4	2,555 <sup>b</sup>	-0,409 *	0,391
T5	2,987 <sup>a</sup>	0,023	
T0	2,964 <sup>a</sup>		

Fuente: Output Excel

Elaborado por: Verónica Acosta G.

Cada uno de los promedios de los tratamientos en estudio, se representan en el gráfico G-13, destacandose la media del pan al 4% de gluten. Por otro lado es importante hacer una relación entre el volumen específico y la fuerza de compresión dada para el pan, como se muestra en el Gáfico 7, porque las cualidades de las celdas de gas se reflejan en el volumen y en la textura del pan. A pesar de que existen otros factores que intervienen en la textura del pan, su influencia es menor comparada con el efecto que tiene el tamaño, la uniformidad y las características de las paredes (flexibilidad y elasticidad) de la celda.



**Gráfico 7.** Relación entre el volumen específico del pan y la textura medida durante las primeras 24 horas

Los resultados presentados en el gráfico 7 muestran el ajuste de un modelo lineal para el cual describe la relación entre la Fuerza de compresión y volumen específico. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Fuerza de compresión} = 9,71616 - 1,52533 * \text{Volumen específico}$$

Dado que el valor de probabilidad resultó mayor e igual a 0.10, no existió una relación estadísticamente significativa entre la Fuerza de compresión y el Volumen específico en el 90% del nivel de confianza.

El estadístico R-cuadrado igual a 9,14% indica la variabilidad en la Fuerza de compresión. El coeficiente ( $r^2 = -0.30$ ) indica una relación relativamente débil entre las variables, esto debido a que un volumen

mayor del pan es el resultado de una celda de gas de tamaño mayor con una distribución uniforme.

#### **4.1.8. Análisis Sensorial de Calidad y Aceptabilidad del Pan**

En la valoración de la calidad sensorial de los alimentos interviene de manera fundamental la noción subjetiva que los consumidores poseen, lo cual determina que puedan ser utilizados como instrumentos de evaluación; en otro ámbito para analizar las características sensoriales de un alimento, la aceptabilidad se ha entendido como la valoración que el consumidor realiza atendiendo a su propia escala interna de apreciación y al conjunto de experiencias que haya tenido (Saltos, 2010).

La elección del número de catadores fue tomada según cita bibliográfica en la que Saltos (1993) menciona: “diversos autores como Kramer (1963) sugieren equipos de 40-50 personas para estudios de optimización de nuevos productos. Lagrange y Norback (1987) proponen no menos de 50 catadores y Moskowitz (1994) argumenta entre 30 y 50 catadores.

##### **4.1.8.1. Color**

Se considera al color una característica sensorial muy importante, ya que actúa como índice de calidad y concede carácter distintivo a los alimentos a los cuales está habituado el consumidor, haciendo decoro a la frase “cada día se come más con los ojos” (Saltos, 2010).

Las altas temperaturas de la etapa de cocción generan reacciones químicas en la corteza tales como: Maillard, caramelización; produciendo compuestos que afectan el color, olor y sabor característico del pan (Kihlberg et al., 2004). Se han comparado tres panes, incluidos un control, midiendo la aceptabilidad, mediante uso de la hoja de cata, en la cual han participado treinta catadores; los resultados que presenta la Tabla 25, para “color del pan” corresponden al análisis estadístico de varianza

(ANOVA) el cual determinó que existe diferencia significativa a un nivel  $\alpha$  0.05 entre las muestras de pan; para establecer aquellas que difieren con el tratamiento de referencia ( Pan con Harina de Trigo Importado T0) se realizó la Prueba de Dunnet.

**Tabla 25. Análisis de Varianza para Color de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio
MAIN EFFECTS				
A:Tratamientos	24,7056	2	12,3528	39,16*
B:Catadores	21,1222	29	0,728352	2,31
RESIDUAL	18,2944	58	0,315421	
TOTAL (CORRECTED)	64,1222	89		

**Valor F tablas= 3,16**

**\* Significancia  $\alpha=0.05$**

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

Según la Tabla 26, la Prueba de Dunnet para “Color del pan” señala que las diferencias observadas tanto para en tratamiento (T4 y T5), son mayores que la DMS dunnet, lo cual indica que estas comparaciones son significativamente diferentes del tratamiento control (T0) al nivel de significancia 0,05. El gráfico G-15, muestra que la coloración que presentan cada uno de los tratamientos va de dorado a dorado intenso, con una calificación dada por los catadores, según la escala hedónica utilizada (anexo A-4), se tiene un rango de medias entre 2,50 y 3,78.

**Tabla 26. Prueba de Dunnet para color del pan Comparaciones con un tratamiento referencial**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS dunnet
T4	2,50 <sup>c</sup>	-1,28 *	0,327
T5	3,15 <sup>b</sup>	-0,63 *	
T0	3,78 <sup>a</sup>		

**Fuente:** Output Excel

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

**T4=** Muestra en estudio (Pan al 4% de gluten); **T5=** Muestra en estudio (Pan al 5% de gluten); **T0=** 100% Trigo importado CWRS.



#### 4.1.8.2. Apariencia de la Miga

Está característica se limita normalmente al tamaño, número y distribución de los alveolos en la miga, la misma que debe poseer una estructura similar a un panal de abejas fina, suave y elástica, pero no seca y pegajosa; es importante recalcar que cada tipo de pan tiene sus propios requisitos sobre la estructura alveolar de la miga y, por tanto no hay un solo estándar que pueda aplicarse, aunque para mantener una fina estructura alveolar en el pan es necesario reducir la dosis de levadura, porque de este modo se minimiza la producción de gas durante la fase de fermentación controlada; sin embargo disminuir la dosis requiere un aumento compensatorio en el tiempo de fermentación con el objeto de mantener el volumen del producto, pero si son excesivos dichos tiempos también pueden dar lugar a unos alveolos mas abiertos (Stanley, Cauvain y Lynda s, 2002).

Para el atributo “Apariencia del pan”, la tabla 27 representa el análisis de varianza, mediante el cual se estableció que si existen diferencias entre los tratamientos al 0,05 de significancia, por consiguiente para determinar cuales de las medias de los tratamientos difieren de la media del tratamiento referencial, se aplica la prueba de Dunnet, en la cual según la tabla 28 tanto el Tratamiento 4, como el tratamiento 5, son diferentes del tratamiento 0 / control porque el valor de la diferencia mínima significativa de dunnet es menor a los valores de las medias calculadas para T4 y T5.

**Tabla 27. Análisis de Varianza para Apariencia de la Miga de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	29,6	2	14,8	71,14*	0,0000
B:Catadores	23,7333	29	0,818391	3,93	0,0000
RESIDUAL	12,0667	58	0,208046		
TOTAL (CORRECTED)	65,4	89			

Valor F tablas= 3,16

\* Significancia  $\alpha=0.05$

Fuente: Statgraphics Plus 4.0

Elaborado por: Verónica Acosta G.

**Tabla 28. Prueba de Dunnet para Apariencia de la Miga de Pan.  
Comparaciones con un tratamiento referencial**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS dunnet
T4	3,47 <sup>c</sup>	1,40 *	0,033
T5	2,87 <sup>b</sup>	0,80 *	
T0	2,07 <sup>a</sup>		

**Fuente:** Output de Excel

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

**T4=** Muestra en estudio (Pan al 4% de gluten); **T5=** Muestra en estudio (Pan al 5% de gluten); **T0=** 100% Trigo importado CWRS.

Como los panelistas si detectaron diferencia entre el pan elaborado con harina de trigo nacional y aquel procesado con harina de trigo importado; conforme la escala hedónica presentada en el Anexo A-4 caracterizan al pan con una apariencia que va desde porosa hasta compacta, así mismo se puede ver la diferenciación de este atributo en el gráfico G-16. , para cada tratamiento.

#### 4.1.8.3. FRIABILIDAD

Friabilidad es un término referido al grado de quebradizo o a la desmenuzabilidad y ausencia de cuerpo que puede presentar un producto panificable; un ejemplo claro de ello es el pan de leche. Consecuentemente este tipo de pan no debe ser friable porque no corresponde a dicha categoría.

Conforme al Anexo A-4, en el gráfico G-17, se observan valores promedios de friabilidad en un rango de 3,07 a 3,20, calificando al pan como “apenas desmenuzable”. El ANOVA de la tabla 29 refleja que no existe diferencia significativa entre los tratamientos T4, T5 y T0, a un nivel de significación  $\alpha=0,05$ . Lo cual quiere decir que los panes de harina nacional y el pan de harina importada tiene un mismo grado de friabilidad.

**Tabla 29. Análisis de Varianza para Friabilidad de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	0,272222	2	0,136111	0,47	0,6262
B:Catadores	26,2806	29	0,906226	3,14	0,0001
RESIDUAL	16,7278	58	0,28841		
TOTAL (CORRECTED)	43,2806	89			

**Valor F tablas= 3,16**

**\* Significancia  $\alpha=0.05$**

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

**T4=** Muestra en estudio (Pan al 4% de gluten); **T5=** Muestra en estudio (Pan al 5% de gluten); **T0=** 100% Trigo importado CWRS.

#### **4.1.8.4. Sabor**

El pan es un producto con un sabor característico, debido en parte a que los ingredientes que lo componen, exceptuando la sal, tienen un sabor poco diferenciador, como es el caso de la harina o de la levadura; además el sabor está generado por las reacciones químicas desarrolladas durante el proceso de horneado (ATECPAN, 2004).

Para muchos el sabor es la principal razón que permite a las personas disfrutar de los alimentos (Saltos, 2010). La tabla 30 presenta la razón de varianza para esta característica y la misma señala que existe diferencia significativa entre los tratamientos; por lo tanto se considera aplicar la prueba de Dunnet (tabla 31) la cual revela que el sabor del pan (T4) de harina de trigo nacional difiere del pan, elaborado con harina de trigo importado, en tanto que el sabor del pan (T5), también de harina de trigo nacional, no difiere del Pan de referencia (T0).

Nótese en el gráfico G- 18 que el pan elaborado a partir de harina de trigo importado, con el pan del T5 son los que poseen mejor sabor, calificados como “agradables”; en relación al pan del tratamiento 4, caracterizado como “ni agradable ni desagradable”, conforme la escala hedónica de sabor presentada en el Anexo A-4

**Tabla 30. Análisis de Varianza para Sabor de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	21,2389	2	10,6194	44,22*	0,0000
B:Catadores	17,1222	29	0,590421	2,46	0,0018
RESIDUAL	13,9278	58	0,240134		
TOTAL (CORRECTED)	52,2889	89			

Valor F tablas= 3,16

\* Significancia  $\alpha=0.05$

Fuente: Statgraphics Plus 4.0

Elaborado por: Verónica Acosta G.

**Tabla 31. Prueba de Dunnet para sabor del Pan. Comparaciones con un tratamiento referencial**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS dunnet
T4	3,18 <sup>c</sup>	-1,19 *	0,268
T5	3,88 <sup>b</sup>	-0,49 *	
T0	4,37 <sup>a</sup>		

Fuente: Output Excel

Elaborado por: Verónica Acosta G.

**T4**= Muestra en estudio (Pan al 4% de gluten); **T5**= Muestra en estudio (Pan al 5% de gluten); **T0**= 100% Trigo importado CWRS.

Este resultado determinó que se elaborara pan con harina de trigo nacional al 5% de Gluten.

#### 4.1.8.5. Textura

La textura se define como, todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto, perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles y, si es apropiado visuales y auditivos. Evidentemente, la textura de un alimento trata de la percepción, haciéndola por encima de todas las cosas una experiencia humana (Rosenthal, 2001). Las percepciones sensoriales que definen la textura son complejas y dependen del tipo de alimento; para el caso de la miga de pan, se clasifica dentro de los alimentos de estructura esponjosa (Saltos, 2010).

Los panes elaborados están calificados por una textura “dura” a “ni dura ni blanda”, conforme las medias de la tabla E-7, así 2,77 en el caso del tratamiento 4; 3,05 para el tratamiento 5 y 3,20 en el tratamiento 0, visualizando lo dicho en el grafico G-19 de cilindros, correspondiente al anexo G. La tabla 32, refleja la razón de varianza en la cual existe diferencia entre los panes de harina de trigo nacional y el pan de harina de trigo importada a un nivel de confianza del 95%; por tanto los catadores si notaron diferencia en la textura de los distintos panes.

**Tabla 32. Análisis de Varianza para Textura de Pan**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tratamientos	2,90556	2	1,45278	6,87*	0,0021
B:Catadores	17,5806	29	0,606226	2,87	0,0003
RESIDUAL	12,2611	58	0,211398		
TOTAL (CORRECTED)	32,7472	89			

Valor F tablas= 3,16

\* Significancia  $\alpha=0.05$

Fuente: Statgraphics Plus 4.0

Elaborado por: Verónica Acosta G.

La prueba de Dunnet de la Tabla 33 al 95% de confianza indicó que la media del tratamiento 4 es mayor a la DMS dunnet por tanto esta comparación es significativamente diferente del tratamiento control al nivel de significación escogido, en cambio, el tratamiento 5 “pan con harina de trigo nacional” no es diferente del control, considerándolo así como un pan de textura ideal, para poder reemplazarlo con los que actualmente se expenden en el mercado.

**Tabla 33. Prueba de Dunnet para Textura del pan. Comparaciones con un tratamiento referencial**

Tratamientos	Promedio	Diferencia	DMS dunnet
T4	2,77 <sup>b</sup>	-0,43 *	0,268
T5	3,05 <sup>a</sup>	-0,15	
T0	3,20 <sup>a</sup>		

**Fuente:** Output de Excel

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

**T4=** Muestra en estudio (Pan al 4% de gluten); **T5=** Muestra en estudio (Pan al 5% de gluten); **T0=** 100% Trigo importado CWRS.

La textura juega un papel importante en la aceptación global de un producto, debido a que los consumidores esperan en ciertos productos una determinada textura; si el producto no cumple estas expectativas puede experimentarse una decepción (Carpenter, 2002). Por lo citado anteriormente en este estudio, se enfatiza la textura, porque se considera, uno de los criterios importantes utilizados por los consumidores para evaluar la frescura y calidad de los alimentos.

#### **4.1.9. Relación entre medidas instrumentales y sensoriales de la Textura de Pan.**

La evaluación más completa de la textura es la que viene dada por el uso de métodos sensoriales, ya que se emplean respuestas humanas. Sin embargo con frecuencia se utilizan métodos instrumentales debido a

su mayor rapidez, menor coste y al hecho de que se consideran, usualmente, más objetivos (Carpenter, 2002). En comparación con el aparato sensitivo del cuerpo humano, los dispositivos de medida instrumental se basan en traductores que convierten las medidas materiales y físicas en salidas visuales o eléctricas que o bien se pueden observar directamente o alimentar a un equipo de grabación de datos/procesado (Rosenthal, 2001).

Es posible descubrir una relación entre la medida sensorial, dada por los catadores y la medida instrumental de dureza proporcionada por el texturómetro, mediante la aplicación de un análisis de regresión, como se muestra en el Anexo G. (Gráfico G-30), donde:  $X$ : es la dureza (instrumental); llamada variable independiente predictora o explicativa. y  $Y$ : es la respuesta de los catadores; llamada variable dependiente o explicada.

Cuando se han obtenido  $n$  datos en parejas ordenadas  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, n$ , estos pueden ser representados en un diagrama de dispersión, como muestra el gráfico G-30, que recoge valores de dureza dados por catadores a panes con distintas proporciones de gluten. Notamos así que ha medida que se ha incrementado la dureza medida por el equipo, la calificación otorgada por los catadores ha sido más baja, considerando la escala hedónica/5 puntos para el atributo textura, se tiene que una calificación más baja implica un pan mas duro y viceversa.

## **4.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN**

Con el propósito de sugerir la elaboración de pan con 100% harina de trigo nacional con la adición del 5% de Gluten Vital, determinando así su viabilidad, frente a la competitividad del pan (harina de trigo importado) frecuentemente consumido, se realizó un análisis de costos de producción, tomando en cuenta la economía actual del país en cuanto a los nuevos precios de las materias primas e insumos para la producción

de este alimento. Esta estimación se hizo en base a un análisis de consumo de pan, partiendo de una demanda poblacional en el 2013 de 234984 habitantes, como se muestra en la tabla A-4, donde se proyecta que el consumo de pan en la ciudad de Ambato es de 352476 pan / habitante, y 14099 en Kg.

Consecuentemente para iniciar se pretende una implementación artesanal que cubra el 1% del mercado, corresponderían entonces 2350 habitantes al Mercado potencial del pan, bajo esta deducción y considerando el consumo de 1,5 panes por habitantes, resultan 3525 panes/habitante, que con un peso de 40 gr por unidad, se concluye una producción de 141 Kg/ día de pan para satisfacer la demanda.

Por lo expuesto, se realiza un respectivo balance de materiales, el cual se presenta en el anexo A-2, concluyendo así que la cantidad de harina a ser procesada corresponde al 100 % (56,20 Kg), de harina de trigo nacional, a la cual se le adicionan mejoradores permitidos y una proporción de gluten equivalente al 5% (50 gr), en base a la cantidad de harina se calcula la cantidad requerida del resto de ingredientes, los cuales se muestran en la tabla A-5, tomando en cuenta la formulación del tratamiento 5, presente en la tabla A-2.

El costo de los materiales directos e indirectos, equipos y utensilios, suministros y la mano de obra, es de 217,64 dólares que dividido para las 3525 piezas, determina un costo de cada unidad igual a 6 centavos de dólar. Al considerarse el 35% de utilidad el precio de venta sería de 9 centavos por unidad; lo dicho se detalla en la tabla A-12, en consecuencia el pan 100% trigo nacional, con la adición de mejoradores y un 5% de gluten valorado en 9 centavos de dólar resulta competitivo frente al pan de trigo importado que se vende alrededor de 12 centavos. Por consiguiente debería considerarse la posibilidad de elaborar pan con harina de trigo nacional, no solo porque significa reducción de precios al consumidor sino que también se considera, la parte nutricional de nuestra



harina debido a su mayor contenido de fibra; a su vez se incentiva a los pequeños agricultores, para producción de este cereal.

### 4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El objeto de la prueba a evaluar, es la probabilidad de que dos o mas muestras sean verdaderamente diferentes. Para comprobar si hay diferencia se adelantan dos hipótesis, la hipótesis nula ( $H_0$ ) y, la hipótesis alternativa ( $H_i$ ). La hipótesis nula expresa que dos productos son idénticos. Sin embargo debe señalarse que dos puntos críticos, nunca no son iguales, y la hipótesis nula nunca puede aceptarse. La hipótesis alternativa expresa que dos productos son diferentes y si existe una prueba suficiente, se rechaza  $H_0$  a favor de  $H_i$  (Carpenter. R; Lyon.D; Hasdell. T, 2002).

Mediante el análisis estadístico a través del Diseño de Bloques Completos al azar, se obtuvo la Razón de Varianza para la textura instrumental del pan, así:

**Tabla 34. Valores de Fisher (F) obtenidos en el Diseño Experimental**

Textura	Parámetro	Valor de Fisher Calculado	Valor de Fisher Teórico
Instrumental	Dureza	178,11	2,42

**Fuente:** Statgraphics Plus 4.0

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

Para rechazar la  $H_0$  al 5% de significancia, la razón de varianza esta sujeta a la siguiente regla de decisión:  $F_{calculado} > F_{tablas}$  entonces, según la Tabla 34 el valor de Fisher calculado es mayor que el valor de Fisher teórico, a un nivel de confianza del 95%, por lo tanto: Se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_i$  en la que: La adición de “Gluten Vital” afecta

significativamente las propiedades texturales del pan, referidas al parámetro de dureza de dicho alimento en al menos dos tratamientos. **H<sub>i</sub>: T<sub>i</sub> ≠ T<sub>j</sub> en al menos dos i, j**; muestra de ello son los resultados obtenidos mediante la Prueba de Diferenciación de Tukey para la “Dureza del pan” en la que se comprobó que el tratamiento 5 difiere del resto de los tratamientos, con una dureza media de 5. 16 Newton, correspondiente a pan con 100% harina de trigo nacional, a la cual se añadió el 5% de gluten vital.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- La adición de gluten vital a la harina nacional, posibilita obtener un producto panificado de calidad sensorial y textural aceptable; la elaboración del pan con distintas formulaciones, dio como resultado masas de distinta consistencia y elasticidad; por ende cada una tuvo una absorción de agua de menor a mayor concentración.
- Los resultados de la evaluación de dureza en las muestras de pan, elaborado a partir de harina de trigo nacional e importado, adaptando la prueba de compresión AACC 74-10<sup>a</sup>, son directamente proporcionales con el tiempo, porque a medida que este factor aumenta, la frescura del pan disminuye. Finalmente mediante el análisis de regresión se descubrió que la relación entre la medida sensorial de dureza, dada por los catadores y la medida de dureza proporcionada por el texturómetro, es positiva en un 97%.
- Se discriminó de entre los seis tratamientos, el mejor; a través de un análisis estadístico de varianza se indicó que si existen diferencias a un nivel del 95 % de confianza, entre los tratamientos ensayados. Se aplicó Tukey, mediante el cual se determinó que las formulaciones 5 y 6, con valores aceptables de dureza si son diferentes al resto de las formulaciones de los tratamientos T1, T2, T3, T4;
- Los parámetros texturales calculados en períodos de 24, 48 y 72 horas, mostraron que la dureza es un indicador de frescura frente al envejecimiento, dicho fenómeno fue explicado por distintas ecuaciones

lineales que relacionan a la textura con el tiempo de almacenamiento de muestras de pan.

- La evaluación de calidad y aceptabilidad sensorial para muestras de pan de harina de trigo nacional e importado fue apreciada por el consumidor, los cuales detectaron diferencias significativas a un 95% de confianza.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Adicionar 5% de gluten a la harina de Trigo Nacional (*Triticum Vulgare*), para disminuir la cantidad de consumo de harina importada en la elaboración de pan.
- Aplicar el test ATP (Análisis de perfiles de Textura), para cálculos de firmeza y masticabilidad en muestras de pan elaborado al 100% harina de trigo Nacional, para crear estándares que permitan un control de calidad mas completo en la industria de la panificación.
- Aplicar tecnología de masas congeladas en la elaboración de pan al 5% de Gluten Vital (100% Trigo Nacional), ya que se brindaría al consumidor un producto fresco y recién horneado.
- Estimar el tiempo de vida útil para el pan, elaborado a partir de harina de Trigo ecuatoriano, con adición del 5% de Gluten Vital, para orientar al consumidor la mejor manera de preservarlo.
- Evaluar la textura de pan, aplicando escalas estructuradas, para un control de calidad mas adecuado en la industria del pan.

## CAPÍTULO VI

### 6. PROPUESTA

#### 6.1. DATOS INFORMATIVOS

- **Título:** “Estudio de vida Útil del pan, elaborado a partir de Harina de Trigo Nacional (*Triticum Vulgare*) Variedad Cojitambo, adicionada con el 5% de Gluten Vital”

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

- **Beneficiarios:** Sector, Panificadores del país, Comunidad Científica.

- **Ubicación:** Ambato – Ecuador

- **Tiempo estimado para la ejecución:** 6 meses

**Inicio:** Febrero 2013.

- **Equipo técnico responsable:** Unidad Operativa de Investigaciones en Tecnología de Alimentos.

## 6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El mercado de la panificación en lo que refiere a la oferta en el Ecuador se encuentra muy disgregado ya que existe gran cantidad de empresas grandes, medianas y pequeñas, por tal motivo para elaborar el pan, nuestro país está en la necesidad de importar harina de países como: Canadá, Argentina y Estados Unidos, en vista de que la harina de trigo nacional no cumple con requerimientos funcionales que aseguran la textura, esponjosidad y volumen del pan.

La Unidad Operativa de Investigación y Tecnología de Alimentos (UOITA), en conjunto trabajo con estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos impulsan la continuación del proyecto “ (PHPPF)”, del cual se deriva el desarrollo de tesis, una de estas bajo el tema “Utilización de Mejoradores en la Harina de trigo Nacional (*Triticum aestivum*) para la Elaboración de Pan”; ha permitido consolidar la posibilidad de obtener un producto cien por ciento de Trigo Nacional con buenas características sensoriales y funcionales.

En nuestro país el pan artesanal, es producido por unos 12.000 establecimientos, al no estar industrializado, las panaderías grandes buscan dar un valor agregado a sus locales; actualmente, se promueven nuevas e innovadoras opciones que permitan principalmente, disminuir los costos de producción del pan o por lo menos mantenerlos en un nivel aceptable (Ordoñez, 2010).

En el 2009 se ha visto la disminución de importaciones de trigo por un alza de precios en saco de trigo, hace un año atrás, el gobierno nacional aprobó la aplicación inmediata, para que lo molineros adquieran trigo nacional para los diferentes procesos industriales (FAO, 2010a).

Xiong y Hernandez (2002), afirman que la vida útil está íntimamente relacionada con la calidad del alimento. Para un alimento la vida útil es el periodo de tiempo en el que, con unas circunstancias

definidas, el producto mantiene unos parámetros de calidad específicos; para el concepto de calidad engloba aspectos organolépticos o sensoriales, como el sabor y el olor, nutricionales, como el contenido de nutrientes, o higiénico-sanitarios, relacionados de forma directa con el nivel de seguridad alimentaria; estos aspectos hacen referencia a los distintos procesos de deterioro: físicos, químicos y microbiológicos, de tal manera que en el momento en el que alguno de los parámetros de calidad se considera inaceptable, el producto habrá llegado al fin de su vida útil (Pelayo Maite, 2010).

Labuza (1999), indica que esencialmente, la vida útil de un alimento, es decir, el periodo que retendrá un nivel aceptable de su calidad alimenticia desde el punto de vista de la seguridad y del aspecto organoléptico, depende de cuatro factores principales; conocer la formulación, el procesado, el empaçado y las condiciones de almacenamiento.

La determinación oportuna y objetiva de la "vida útil" de sus productos le permitirá a los empresarios evitar pérdidas por devolución, ampliar su mercado nacional y de exportación, la confianza del consumidor. También cuando se lance un nuevo producto al mercado, haya sustitución ó cambio de especificaciones de alguna materia prima, se hace también necesario la determinación de la "vida útil". Labuza (1999),

De acuerdo al estudio de Evaluación de la textura del pan, la incorporación de un 5% más de proteína a la harina de trigo Nacional, respectivamente aditivada, demuestra que un pan elaborado al 100% con nuestra harina posee características texturales y sensoriales similares a las de un pan elaborado con harina de trigo importado, por lo que se pretende trabajar con este tratamiento complementándolo así con la determinación del tiempo de Vida Útil.

Sin embargo, al no llevarse a cabo este trabajo, las importaciones de trigo y harina no disminuirían, los agricultores del Ecuador no se verían en la necesidad de cultivar el trigo Nacional y el Ingeniero conjuntamente con los panificadores no emplearía los aditivos y enzimas para mejorar la calidad de la Harina, la cual es de suma importancia porque mantiene la soberanía de los pueblos, además de que se reducirían los costos de los subproductos de Harina de trigo como son: (pan, fideos y galletas), ya que al ser un producto 100% ecuatoriano y de primera necesidad debe mantener un valor estándar.

### **6.3. JUSTIFICACIÓN**

El pan posee una vida útil corta, lo cual se debe al endurecimiento debido a la retrogradación del almidón y a la pérdida y redistribución del agua. Cuando se trata de la vida útil del pan, uno de los factores más importantes que la influyen es: la percepción del consumidor sobre la suavidad/frescura del pan. El tiempo de duración del pan no solo depende de estas interacciones, si no también de las condiciones de elaboración de pan, almacenamiento, envase utilizado y aditivos agregados.

Por las consideraciones anteriormente mencionadas, la presente propuesta se concentra en estimar el tiempo de vida útil del pan, el cual se elaborara con harina de trigo nacional, permitiendo alargar su condición de almacen en las estanterías para ventas, dando al consumidor un alimento con condiciones físico-químicas aceptables, sin embargo el mayor desafío es que el pan se mantenga suave y prevenir la percepción de envejecimiento de este con el paso del tiempo.

La importancia de la calidad en la industria de la panificación ha permitido mejorar estándares y presentar respuestas rápidas acorde a la necesidad de los consumidores; Si deseamos obtener un buen pan deberemos seguir un estricto control de calidad consistente en un control exhaustivo de las materias primas, una formulación equilibrada y un



riguroso proceso de fabricación. Si observamos estos requisitos, el consumidor diferenciará claramente la calidad de un pan respecto a otro. No resulta fácil definir un buen pan, aunque no existe ninguna duda de que la calidad de este dependerá de las materias primas empleadas y del cumplimiento de las normas de calidad.

Esta investigación permitirá determinar el período de tiempo estimado en que un producto de panificación, obtenido con harina de trigo nacional previamente aditivada y con una incorporación del 5% de Gluten Vital pueda mantener sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas; además se busca la viabilidad de nuestra harina en el desarrollo de nuevos productos y también el beneficio que conlleva su uso se ve reflejado en los agricultores incentivados en cultivar nuestro trigo, lo cual influye de igual manera en el costo del quintal de la harina de trigo nacional, siendo este bajo en comparación con la harina de trigo importado y, a su vez el consumidor tradicional se favorece debido a que el producto que adquiere contiene un alto porcentaje de nutrientes.

Bajo estas consideraciones el objetivo de un estudio de vida útil es encontrar durante cuanto tiempo puede almacenarse un producto, antes de que tenga lugar un deterioro inaceptable de su calidad sensorial.

## **6.4. OBJETIVOS**

### **6.4.1. Objetivo General:**

- Determinar el tiempo de vida útil del pan de harina de trigo nacional (*Triticum Vulgare*), con una adición del 5% de proteína vital, para orientar a la población consumidora la mejor manera de preservar este alimento.

#### **6.4.2. Objetivos Específicos:**

- Determinar las características de calidad del pan, fabricado a partir de Harina de Trigo Nacional “Triticum Vulgare”, con adición del 5% de Gluten Vital.
- Identificar los principales mecanismos de alteración para el pan al 5% de gluten vital.
- Evaluar la aceptabilidad del pan al 5% de gluten vital, mediante un análisis sensorial adecuado.
- Indicar el valor nutritivo del pan, en base a un análisis químico proximal.

#### **6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

El presente proyecto de investigación, constituye una importante alternativa para desarrollar pan con la sustitución de un 100% de la Harina de Trigo Importado, con el fin de optimizar la producción y utilización de recursos ecuatorianos y la garantía de una disminución gradual de trigo estadounidense y canadiense, entregando así al consumidor habitual un alimento sano, de alta calidad física, química y organoléptica.

Para la factibilidad del proyecto se debe tomar en cuenta el factor socio – económico y la disponibilidad de las materias primas requeridas como son: las harinas de trigo Nacional “Variedad Cojitambo” y Trigo Importado “Miraflores”, mediante proveedores o comerciantes mayoristas; involucrándose también equipos, utensilios, suministros y el sueldo de los trabajadores.

La investigación previa demuestra que el tratamiento con 5% de Gluten Vital se asemeja más al pan elaborado con trigo Importado, dado que su calidad textural y organoléptica se correlacionan mejor y resultan de óptimas condiciones para el consumidor habitual.

El análisis económico se realiza con el fin de saber si el producto será accesible para el público y si competirá en el mercado como un producto nuevo y novedoso, recalcando un costo conveniente para aquel que lo adquiera y rentable para el panificador, generando a su vez ganancias y no pérdidas.

Para determinar el costo de producción, se establece que el nivel de producción llega a 141 Kg por día, por lo que se consideran los materiales directos e indirectos, equipos y utensilios, suministros y personal, como se observa en la tabla A-12, llegando a un costo unitario de 0,9 ctvs, incluyendo una utilidad de 35%.

**Tabla 35. Costo de Producción de Pan de Harina de Trigo Nacional**

<b>Descripción</b>	<b>Costos (\$)</b>
Material Directo e Indirecto	110,12
Equipos y Utensilios	3,92
Suministros	10,75
Mano de Obra Directa e Indirecta	91,07
<b>Subtotal</b>	<b>215,86</b>
<b>Imprevistos (5%)</b>	<b>10,79</b>
<b>Total</b>	<b>226,65</b>
Capacidad de producción	3525 pan/día
Costo Unitario	0,064 ctv <sup>\$</sup>
Utilidad (35%)	0,022 ctv <sup>\$</sup>
<b>PVP</b>	<b>0,09 ctv<sup>\$</sup></b>
<b>Ingreso total al día</b>	<b>317,25<sup>\$</sup></b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

Por otra parte, para que la investigación sea factible, se debe contar con los laboratorios adecuados de equipos que permitan realizar los análisis de calidad necesarios, además de la materia prima requerida.

## **6.6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA**

Haciendo referencia al texto “Nuevo tratado de Panificación y Bollería, Jesús Calaberas, año 2004”. El pan es el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies de microorganismos propios de la fermentación panaria, como el *Saccharomyces cerevisiae*. Es a partir de esta definición que se establecen dos categorías de productos: pan común y pan especial, definidos a continuación:

- 1. Pan Común:** Es el elaborado con harina de trigo y al que solo se le pueden añadir los coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados para ese tipo de pan. Las materias primas harina, agua, levadura y sal cumplirán con lo dispuesto en sus vigentes Reglamentaciones Técnico-Sanitarias de cada país.
- 2. Pan Especial:** Es aquel pan no incluido en la definición de pan común, que reúna alguna de las condiciones siguientes y al cual nos referiremos, puesto que, de este se deriva el estudio previo y la propuesta de investigación descrita hasta el momento.

### **Por su composición:**

- Que se haya incorporado cualquier aditivo y/o coadyuvante tecnológico de la panificación, autorizados para panes especiales, tanto a la masa panaria como a la harina de acuerdo a la legislación vigente.
- Que se haya utilizado como materia prima, harina enriquecida.

- Que no lleve microorganismos propios de la fermentación, voluntariamente añadidos.
- Que se haya añadido cualquier ingrediente como son: Gluten de trigo seco o húmedo, salvado o grañones; Leche entera, concentrada, condensada, en polvo, total o parcialmente desnatada, o suero en polvo; Huevos frescos, refrigerados, conservados u ovoproductos; Harinas de leguminosas (soja, habas, guisantes, lentejas y judías) en cantidad inferior al 3% en masa de harina empleada, sola o mezclada; Harinas de malta o extracto de malta, azúcares comestibles y miel; Grasas comestibles; Cacao, especias y condimentos; Pasas, frutas u otros vegetales naturales, preparados o condimentados.

**Por su formato:**

Es aquel que aunque sea pan común por su composición, incluido los aditivos, tiene un formato especial que precisa de un procedimiento de elaboración y acabado no susceptible de mecanización en todas sus fases, por exigir la intervención de mano de obra en cada pieza individualizada.

**Duración del pan especial:** Los panes especiales se clasificaran por su duración en:

- De consumo normal en el día; los que habitualmente se consumen antes de las 24 horas posteriores a su cocción.
- De mayor duración; los que por sus especiales características de elaboración tecnológica y envasado, tienen un periodo apto para el consumo, superior a tres días.
- El pan especial puede recibir las siguientes denominaciones prohibiéndose cualquier denominación que lleve a error al consumidor, algunos de ellos son: pan integral, pan con salvado, pan de viena y pan francés, pan glutinado, pan al gluten, pan tostado, biscote, (pan de

huevo, pan de leche, pan de pasas, pan con pasas y pan de miel), pan de molde o americano, pan enriquecido, pan rallado.

De lo anterior es importante recalcar que el pan de este estudio, es un pan especial, denominado pan al gluten, porque es aquel que se ha elaborado con harina de trigo y gluten de trigo en proporciones tales que el contenido de proteínas (N x 5,7) referido a materia seca del producto final, es igual o superior al 15% y menor del 25%.

El pan posee una vida útil corta, que se atribuye al fenómeno de envejecimiento, el cual implica la presencia de todos los procesos que ocurren durante el almacenamiento del pan, exceptuando los cambios y deterioro provocados por microorganismos. Las principales características del pan envejecido son el cambio de sabor, la pérdida de aroma, la pérdida de agua y, principalmente, el endurecimiento de la miga y el ablandamiento de la corteza; estos cambios se presentan poco tiempo después de que el pan ha sido sacado del horno (Matz, 1992; Guarda, 2004).

Los estudios de determinación de la vida útil son fundamentales en el sector alimentario. Se recurre a ellos para lanzar un nuevo producto y para evaluar cómo afectan los cambios de procesos de producción o las reformulaciones en la estabilidad de alimentos ya consumidos. Estos estudios, basados en procedimientos científicos, deben adaptarse a cada producto, concreto para determinar los cambios que experimenta durante su conservación y que influyen en su calidad (Pelayo Maite, 2010).

Para la evaluación, se tienen en cuenta tanto los límites de calidad que fija el consumidor como la normativa específica del alimento (Pelayo Maite, 2010).

El consumidor identifica la pérdida de calidad con cambios de color, sabor, textura o rancidez del producto; Para ello, se toman como referencia los límites establecidos por la ley en cuanto a los resultados

analíticos y la valoración de los expertos mediante paneles de catación. Resulta de gran interés despejar la variable cuyo cambio identifica el consumidor en primer lugar, que la relaciona con una disminución en la calidad del alimento con cambios de color, sabor, textura o rancidez del producto. En estos estudios, es necesario analizar la velocidad de los procesos de reacción asociada a esas variables, que dependerá en gran medida de las condiciones ambientales (Pelayo Maite, 2010).

En términos generales, la pérdida de calidad de los alimentos se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{dA}{d\theta} = kA^n \quad (1)$$

En donde A es la variable de calidad bajo estudio,  $\theta$  el tiempo, k constante dependiente de la temperatura y la actividad del agua ( $A_w$ ) y n es el orden de reacción, que define si la tasa de cambio de A en el tiempo depende o no de la cantidad de A presente. Si la ecuación se refiere a pérdidas lleva un signo negativo, pero si por el contrario expresa la aparición de productos no deseados es positiva (Labuza, 1982).

Diversas investigaciones han sugerido que las reacciones que ocurren en alimentos, como degradación enzimática, oxidación lipídica (responsable de la rancidez en productos altamente grasos) y pardeamiento no enzimático (encargada del oscurecimiento de alimentos ricos en carbohidratos) se comportan de orden cero, lo que significa que la tasa de cambio de la variable de interés permanece constante siempre que la temperatura y el  $A_w$  lo sean, así:

$$-\frac{dA}{d\theta} = k \quad (2)$$

Integrando (2) para el valor inicial de la variable de estudio se tiene:

$$A = A - k\theta \quad (3)$$

En el caso de reacciones de primer orden, la tasa de degradación no es constante y sigue un comportamiento exponencial definido por (4), que luego de integrarlo con respecto al tiempo se expresa según (5)

$$-\frac{dA}{d\theta} = kA^1 \quad (4)$$

$$\ln\left(\frac{A_\theta}{A_0}\right) = -k\theta \quad (5)$$

La literatura ha descrito reacciones de primer orden como las reacciones de crecimiento y muerte microbiana, rancidez en ensaladas y vegetales secos, producción de limo y olores producto de la degradación enzimática, pérdidas vitamínicas y pérdidas de calidad proteica (Labuza, 1982).

Pese a que muchas reacciones de importancia alimentaria son de orden cero, cada caso debe ser estudiado cuidadosamente, puesto que, si la reacción de interés no es de orden cero pero se considera como tal, el sesgo asociado puede ser muy significativo.

Hoy por hoy, el consumidor ha reflejado una necesidad imperante por conocer y tener la mayor información posible acerca de los productos que se le ofrecen en el mercado; un claro ejemplo es el conocimiento de la fecha de vencimiento de los productos, que va de la mano con la determinación de la vida útil (VU) de un producto.

#### **6.6.1. Metodología para la estimación de la vida útil**

La determinación implica el estudio del tiempo de vida de los alimentos en óptimas condiciones, durante su permanencia en el anaquel de los almacenes minoristas o en almacenamiento. El planteamiento del estudio depende del tipo de alimento.

Labuza (1999), lista las metodologías aplicables para la estimación de la vida útil de alimentos:



## **A. Datos de literatura**

Se puede intentar estimar la vida útil de un nuevo producto basado en datos publicados como el caso del Ejército US o de Labuza (1982). El problema es que estos datos son muy limitados y no tienen más información que para alimentos de tipo artículos técnicos. Para la mayoría de los casos de los datos de vida útil en alimentos diseñados específicos son propios. Por supuesto dentro de una compañía pueden usarse sus propios datos para la predicción de la vida útil de la línea de extensiones dando buenas estimaciones sin realizar pruebas (Labuza, 1998).

## **B. Retorno de la distribución**

Un segundo planteamiento es usar los tiempos de la distribución conocidos para productos similares en la vida útil para un nuevo producto; esto también no requiere de ninguna comprobación si se toma algún riesgo; si se está ingresando dentro del área de un nuevo producto, adquiriendo o rompiendo los códigos de los productos similares de la competencia ayudarían a determinar el tiempo de distribución. Se necesitarían determinar los datos reales del tiempo de almacenamiento en los hogares del consumidor para obtener una mejor estimación. Si no existe ningún producto similar este método no puede usarse.

## **C. Pruebas de distribución en condiciones extremas**

Si se está seguro en la vida útil de un producto o si ya está en el mercado, se puede usar un método de prueba de distribución. El producto es adquirido del supermercado y almacenado en el laboratorio bajo las mismas condiciones de uso de un hogar. Sólo un estudio ha sido reportado en la literatura aunque este método ha sido usado por otros, sobre todo en casos donde los estados o países instituyeron nuevas legislaciones de fechas de expiración.

#### **D. Quejas de los consumidores**

Otro planteamiento para evaluar la vida útil y que no requiere ningún estudio inicial es usar las quejas o reclamos del consumidor como la base para determinar si está ocurriendo algún problema. En U.S. la mayoría de las compañías tiene un lugar donde recogen la información sobre las quejas, y el número de empaque; es alimentada en una base de datos, donde incluyen tipo de queja, situación, etc.

De esta información, se puede obtener una idea del abuso que está ocurriendo y del modo de deterioración. Normalmente se acepta que por cada visita hay alrededor de 60 personas que han estropeado el alimento y que no reportan quejas. Estos clientes representan una proyección de tres años en el volumen de venta perdido. De este número se puede determinar entonces el costo de los ingredientes, proceso y empaques o si los cambios de la distribución serían económicamente factibles para mejorar la vida útil. Este acercamiento global puede usarse junto con cualquiera de los tres métodos descritos anteriormente.

#### **E. Vida en Anaquel**

Se utiliza para este procedimiento técnicas probabilísticas, suponiendo además que los tiempos de vida de las unidades, se distribuyen de acuerdo a una distribución seleccionada; se estiman los parámetros de dicha distribución, con los cuales se puede inferir estadísticamente sobre el tiempo de durabilidad. A lo anterior, precede una búsqueda exhaustiva bibliográfica sobre el alimento, así como de aplicación de conocimientos de los análisis, con el fin de definir las alteraciones que el alimento puede sufrir durante el almacenamiento.

## **F. Pruebas Aceleradas de Vida útil (PAVU)**

Estos estudios se realizan sometiendo al alimento a condiciones de almacenamiento que aceleran las reacciones de deterioro, las cuales pueden ser temperatura, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos. El seguimiento del comportamiento del alimento a las temperaturas seleccionadas, se realiza utilizando parámetros Fisicoquímicos característicos para cada alimento, coadyuvados por pruebas microbiológicas o sensoriales correspondientes a cada caso.

Mediante modelos matemáticos que describan el efecto de la condición seleccionada, se estima la durabilidad en las condiciones normales de almacenamiento.

Labuza (1999), señala que esta es la metodología más usada y todavía normalmente se abusa en el diseño y en la interpretación de los resultados. El objetivo es almacenar la combinación final producto/empaque bajo alguna condición desfavorable de prueba, se analiza al producto periódicamente hasta que ocurra el final de su vida útil y entonces se usan estos resultados para proyectar la vida útil del producto bajo verdaderas condiciones de distribución. Algunas compañías tienen factores de multiplicación históricas basadas en experimentos anteriores para obtener la vida útil real desde los resultados obtenidos en las condiciones desfavorables.

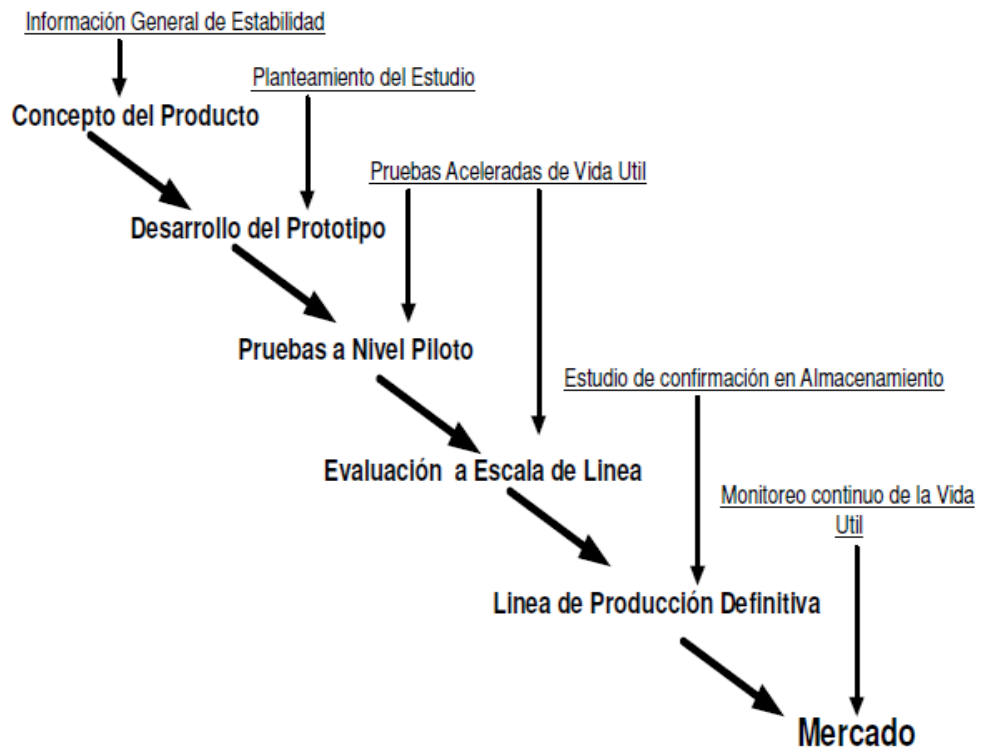
Este método no tiene problemas; el cuidado debe ejercerse en la interpretación de los resultados obtenidos y su extrapolación a otras condiciones. Por ejemplo cuando se prueba el sistema producto/empaque, el empaque también controla la vida útil haciéndola desconocida la verdadera vida útil del propio alimento; así si se escoge un nuevo empaque con permeabilidades diferentes al oxígeno, agua, dióxido de carbono, los resultados anteriores no pueden ser aplicados.

Si las condiciones de PAVU son sin embargo propiamente escogidas, y se usan los algoritmos apropiados para la extrapolación, entonces se puede predecir la vida útil para cualquiera distribución "conocida". Estas predicciones están basadas en los principios fundamentales de los modelos de pérdida de calidad del alimento.

El diseño de una Prueba Acelerada de vida útil requiere de un acercamiento sintético de todas las disciplinas que están relacionado con los alimento, a saber la química de alimentos, ingeniería de alimentos, microbiología de alimento, química analítica, físico - química , ciencias de los polímeros y regulaciones de alimentos.

Man y Jones (1997), indican que se usan varias técnicas aceleradas, cuando estos se usan es por regla general que se induce a una degradación más rápida, y así su normal condición de almacenamiento hace probable que sea menos fiable la estimación de la vida útil. Se han descrito los problemas potenciales y los posibles errores que pueden obtenerse ante el uso de técnicas aceleradas en algunos casos. No hay una ventaja en desestabilizar un producto que es absolutamente estable durante su almacenamiento normal.

Los resultados obtenidos de las técnicas aceleradas deben interpretarse con mucha cautela cuando no son aplicables a todos los productos.



**Figura 5.** Estrategia para las pruebas de vida útil durante las fases de desarrollo de diferentes productos alimenticios.

**Fuente:** Fu y Labuza (1997).

## 6.7. Metodología.

En la Tabla 36, se presenta el modelo operativo de la propuesta en donde se indica el objetivo de la investigación, para llevar a la misma a un resultado confiable; dicho plan contempla las siguientes etapas:

<b>Etapas</b>	<b>Metas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Recursos</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Tiempo</b>
Formulación de la propuesta	Búsqueda de información respecto al tema.	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos y Económicos	\$ 50	1 mes
Desarrollo preliminar de la propuesta	Aplicar la tecnología adecuada para elaboración de pan utilizando especificaciones de la calidad.	Revisión de Normas INEN, normas de funcionamiento de equipos. Ensayos de panificación Puntos críticos de control	Investigador	Humanos y Económicos	\$ 300	1 mes
Implementación de la propuesta	Ejecutar la propuesta.	Elaborar pan Estimación de la vida útil del pan (análisis físicos, organolépticos, microbiológicos y químicos)	Investigador	Humanos y Económicos	\$ 1000	4 meses
Evaluación de la propuesta	Identificar el pan de mejor calidad Cálculo de vida útil	Correlación de datos Evaluación de la aceptabilidad del pan Análisis económico	Investigador	Humanos y Económicos	\$ 600	2 meses

**Tabla 36.** Modelo operativo (Plan de Acción)

**Elaborado por:** Verónica Acosta, 2013

A continuación se detalla los parámetros tipo en la determinación de la vida útil de un producto de panificación.

**Análisis físicos:**

Humedad (AACC Method 44-15.02): conforme transcurre el tiempo la humedad migra de la miga a la corteza y, de aquí, pasa al ambiente gradualmente.

pH: los alimentos con menor valor de pH -es decir, más ácidos- tienen un mayor período de conservación, ya que impide la proliferación de microorganismos.

Firmeza (AACC Method 74-09): permite estudiar el comportamiento de la muestra durante su compresión, simulando la fuerza necesaria para comprimir el producto durante su masticación.

Peso: la pérdida de peso es un indicativo del porcentaje de humedad que retiene el producto.

**Análisis organolépticos:** es importante realizar análisis sensoriales durante la conservación del producto para determinar cómo se perciben las transformaciones que le afectan y determinar a partir de qué momento el producto deja de ser aceptado sensorialmente.

**Análisis microbiológicos:** dependiendo de la naturaleza del producto (pan y panes especiales o pastelería, bollería, confitería y repostería), se establece los criterios microbiológicos que debe cumplir el producto comercializado durante su vida útil.

**Análisis químicos:** en el caso de que el producto incorpore ingredientes complementarios a la harina, agua, levadura y sal es necesario determinar la necesidad de realizar análisis químicos.

## 6.8. ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA

La administración de la propuesta se llevará a cabo bajo le siguiente planteamiento en la Tabla 37.

**Tabla 37:** Administración de la Propuesta

Indicadores a mejorar	Situación Actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Calidad del Pan Artesanal, elaborado con Harina 100% Trigo Nacional.	Elevada importación de harina de trigo de Estados Unidos y Canadá	Producción y consumo de pan con recursos ecuatorianos.	Disponibilidad de recursos  Control de parámetros y puntos críticos.	Investigador
	Producción de pan con el 100% de harina de trigo importado.	Reducción de las importaciones de trigo.	Evaluación calidad sensorial y de textura.	
	Desconocimiento del tiempo de vida útil.	Tiempo de Vida Útil del pan, elaborado con harina de trigo Nacional, aditivada con proteína	Elaboración de pan  Realizar análisis físico -químicos, microbiológicos y organolépticos en el producto final.	
	Metodología no estandarizada para el control de Calidad en la Industria Alimentaria	Calidad física, química y organoléptica del pan, aceptable para el consumidor	Cálculo de Vida útil para el pan elaborado.	

**Elaborado por:** Verónica Acosta G.



## 6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La previsión de la evaluación plantea la toma de decisiones oportunas que permitan mantener la propuesta de la solución. Se realizará un estudio de vida útil, el cual nos permitirá conocer el periodo máximo de consumo del pan elaborado artesanalmente con el 100% de Harina de Trigo Nacional.

**Tabla 38.** Previsión de la Evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Industria Molinera Panificadores del país Ingenieros en Alimentos
¿Por que evaluar?	Existe poca información sobre la producción de pan con harina de trigo Nacional, previamente aditivada. Porque hay desconocimiento del periodo máximo de consumo del pan elaborado artesanalmente.
¿Para que evaluar?	Para rectificar errores, si existiera alguno en la formulación y en el proceso de elaboración. Conocer los principales mecanismos de alteración del pan. Determinar el tiempo de Vida Útil del pan elaborado a nivel artesanal.
¿Qué evaluar?	La calidad sensorial y el envejecimiento del pan. Rentabilidad y el costo del producto
¿Quién evalúa?	El coordinador del proyecto e investigador. Consumidor habitual
¿Cuándo evaluar?	Antes (materias primas), durante (proceso de panificación) y después (almacenamiento) de la elaboración del producto terminado.
¿Cómo evaluar?	Texturómetro Análisis Físico-químico, microbiológicos y organoléptico Hojas de catación
¿Con que evaluar?	Análisis estadístico y administrativo Normas INEN, Codex Alimentarius, Manuales instructivos de cada equipo de análisis.

**Elaborado por:** Verónica Acosta, 2013

## MATERIALES DE REFERENCIA

### BIBLIOGRAFÍA

Administrador. 2010. Principios y Teoría de la Texturometría, disponible en: [http://www.metrotec.es/metrotec/WWW\\_DOC/Texturometria\\_Principios-1-PPS-E-R1.pdf](http://www.metrotec.es/metrotec/WWW_DOC/Texturometria_Principios-1-PPS-E-R1.pdf). Consultado el: 14/08/2011

AACC. American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved Methods of the AACC. Ninth Edition. The Association. USA.

American Association of Cereal Chemists, (1988). Cereal Laboratory Methods No. 74-09. Amer. Ass. of Cereal Chem., St. Paul, Minnesota. Disponible en: <http://captura.uchile.cl/jspui/bitstream/2250/5108/1/ParamMe cTexAlim%27%2707.pdf>. Consultado el: 14/ 08/ 2011

ANZALDUA, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. Páginas: 11- 65

ATECPAN “Factores que influyen en el sabor del pan” Disponible en: ([http://www.atecpan.com/articulos\\_04.htm](http://www.atecpan.com/articulos_04.htm))

Arias, D. 2002. Evaluación de cinco proporciones de harina de trigo con harina integral para la elaboración de Pan Francés Integral. Honduras, EAP.

Asociación Ecuatoriana De Molineros “ASEMOL”. Importaciones De Trigo. 2008. Disponible en: [http://www.powershow.com/view/27e6e6Y2FIY/INDUSTRIAS\\_MOLINERAS\\_flash\\_ppt\\_presentation](http://www.powershow.com/view/27e6e6Y2FIY/INDUSTRIAS_MOLINERAS_flash_ppt_presentation), Consultado el: 15/ 09/ 2011.

BACA Urbina Gabriel, “Evaluación de proyectos”, 4ª edición, Mc Graw Hill, 2001, México.

Bechtel, W.G., Meisner, D.F. and Bradley, W.B, 1953. The Effect of the crust on the staling of Bread. Cereal Chemistry, Págs: 39, 160-168

Brookfield Engineering Labs. Inc. Manual No. M08-373. "Brookfield Texture Pro CT". Disponible en: [www.brookfieldengineering.com](http://www.brookfieldengineering.com). Consultado el: 11/07/ 2011

Bourne, M.C. 1982. Food texture and viscosity: concept and measurement, San Diego, Academic Press. Págs. 1-19

Bushuk, W., Tkachuk, R. (eds.) 1990. Gluten Proteins. Publicado por American Association of Cereal Chemists St. Paul, Minnesota USA. 794 p.

Carpenter, R., Lyon, D., Hasdell, T. 2002. Análisis Sensorial en el desarrollo y Control de la calidad de los alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza (España). Págs. 108

Calaberas Jesús, 2004 "Nuevo tratado de Panificación y Bollería". Editorial, Acribia S.A. Zaragoza-España. Págs. 4-46

Callejo, M.J., Gil, M.J., Rodriguez, G., & Ruiz M.V. (1999): Effect of gluten content and storage time on white pan bread quality: instrumental evaluation. Z. Lebensm. Unters. Forsch. A., 208, 27-32. Disponible en: <http://www.molineriaypanaderia.com/html/articulo.php?articulo=Principales%20atributos%20sensoriales%20del%20pan.%20la%20importancia%20de%20la%20cata>. "Principales atributos sensoriales del pan. La importancia de la cata". Consultado el 16/ 08/ 2011

Carr, L.G. and C.C. Tadini. 2003. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. Lebensm-Wiss U. Technology. 36: 609-614. Disponible en: Efecto del uso de Masas Congeladas sobre las Características y Textura en Pan Blanco. Consultado el 16/ 08/ 2011

Cauvain SP. 1998. Improving the control of staling in frozen bakery products. *Food Science and Technology*, 9: 56-61.

Cauvain. S y Young. L, 2002. *Fabricación de Pan*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España). Págs: 1-32; 283-293.

Codex Alimentarius. 1995. Norma del Codex para el trigo y el trigo duro. Consultado el 16 de agosto del 2011 (en línea). Disponible en: [www.codexalimentarius.net/download/standards/62/CXS\\_199s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/62/CXS_199s.pdf). Consultado el: 16/ 08/ 2011

Codex Alimentarius. 1985. Norma del Codex para la Harina de Trigo. Consultado el 16 de agosto del 2011 (en línea). Disponible en: [www.codexalimentarius.net/download/standards/50/CXS\\_152s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/50/CXS_152s.pdf). Consultado el: 16/ 08/ 2011

Cortés, M. 2007. La panificación en la Industria Alimentaria. Disponible en: <http://www.molineriaypanaderia.com/html/articulo.php?articulo=La%20realidad%de%20un%20sector%20cambiante>. Consultado el: 28/ 07/ 2011

Costa M, Souza L, Stamford T y Andrade S. 2008. "Calidad Tecnológica de granos y harinas de trigos nacionales e importados". *Ciencia y Tecnología en Alimentos.*, Campinas, 28(1): Págs: 220-225.

Dahle, Sambucci L. y N. 1987. Aplicación de Procedimientos Ideado Máquina Universal de Ensayos para medir la textura de Pan y mermelada lleno cookies. *Asociación Americana de Químicos del Cereal, Inc.* 32, N ° 7, 466-470.

Dendy, D., Dobraszczyk, B. *Cereales y Productos derivados*. Editorial Acribia, S.A.2001, Cap. 8, Pan: un alimento único. 223-278 p.

De Hombre, R. 1988. Utilización de extensores en embutidos de pasta fina. 1ª Conferencia Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, La

Habana,Cuba.Disponible en: <http://captura.uchile.cl/jspui/bitstream/2250/5108/1/ParamMecTexAlim%27%2707.pdf>. Consultado el: 14/ 08/ 2011

De Hombre, R. (2000). Parámetros Mecánicos y Textura de los Alimentos. Comunicación personal por Eduardo Castro Montero. Disponible en: <http://captura.uchile.cl/jspui/bitstream/2250/5108/1/ParamMecTexAlim%27%2707.pdf>. Consultado el: 14/ 08/ 2011

De Hombre, R. (2001). Parámetros Mecánicos y Textura de los Alimentos. Comunicación personal por Eduardo Castro Montero. Disponible en: <http://captura.uchile.cl/jspui/bitstream/2250/5108/1/ParamMecTexAlim%27%2707.pdf>. Consultado el: 14/ 08/ 2011

Dobles, Zúñiga y García.1998. “Método del Conocimiento Verdadero”

ECHAVARRIA, H. 2006. Diseño de Bloques Completos al azar, Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/262706/bloques200601>. Consultado el 28/ 07/ 2011

FAO, 2010b. “Producción del trigo”. Departamento Económico y Social. Disponible en: [www.fao.org/docrep/010/ah876s/ah876s03.htm](http://www.fao.org/docrep/010/ah876s/ah876s03.htm). Consultado el 5 de Octubre 2011.

FINNEY K., 1985, “Experimental breadmakingstudies, Functional properties and Related gluten protein fractions. Cereal Chemistry. Pág: 30.

Fu y Labuza (1997). Estrategia para las pruebas de vida útil durante las fases de desarrollo de diferentes productos alimenticios. Págs. 10-20

Galić,K y Gabrić,D.2009 parámetros tipo en la determinación dela vida útil de un producto de panificación.

Garza, A. 2007. El Trigo. Universidad Autónoma de Nuevo León Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml> . Consultado el 18/ 08/2 011

Gray JA, Be Miller JN. 2003. Bread staling: Molecular basis and control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2: 1–20.

Grupo Vilbo. 1999 – 2011. Mejorantes Panarios. Disponible en: <http://www.panaderia.com /articulos /view/mejorantes-panarios>, obtenida el 15/09/2011

Guarda, A., Rosell, C. M. y Galotto, M. J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food Hydrocolloids* 18(2):241- 247.

Heenan, S.P., Nazimah Hamid, N., Dufour, J.P., Harvey, W., &Delahunty, M., (2009): Consumer freshness perceptions of breads, biscuits and cakes. *Food Quality and Preference*, 20, 380-390. Disponible en: <http://www.molineriaypanaderia.com/html/articulo.php?articulo=Principales%20atributos%20sensoriales%20del%20pan.%20la%20importancia%20de%20la%20cata>. “Principales atributos sensoriales del pan. La importancia de la cata”. Consultado el 16/ 08/ 2011

Hoseney, R. y Smewing, J. 1999. “Instrumental measurement of stickiness of doughs and other foods”, en *Journal of Texture Studies*, Vol. 30. Págs. 123 – 136. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx> “Reología y Textura de Masas: Aplicaciones en Trigo y Maíz”. Consultado el 12/ 08/ 2011-2013

INEC “Instituto Nacional de Estadísticas y Censos”. Boletín Agropecuario Mensual. Disponible en: [www.inec.gob.ec/ecuadorencifras.com](http://www.inec.gob.ec/ecuadorencifras.com). Consultado en septiembre Enero 2013.

Iglesias, I. y De Hombre, R. (1994). Estudio de diferentes variedades de cebolla y efecto de la irradiación sobre la conservación durante el

almacenamiento. IX Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos.,La Habana,Cuba.Disponible en: <http://captura.u-chile.cl/jspui/bitstream/2250/508/1/ParamMecTexAlim%27%2707.pdf>

International Standards Organization (ISO). 1992 Sensory Analysis-vocabulary.ISO 5492.

Inglett, G. E. 1974. Wheat: Production AND utilization. The avi publishing company. INC. Pág. 2

Kihlberg, I.,(2004): Sensory Quality and consumer perception of wheat bread. Thesis. ActaUniversitatisUppsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty os Social Sciences 139, 86 pp. Uppsala, Sweden. Disponible en: <http://www.molineriaypanaderia.com/tecnica/sensorial-pan>, por María Jesús Callejo González. Consultado el 16/ 08/ 2011

Koester. 1986. "Estructura del Pan"

Krueger BR, Knutson CA, Inglett GE and Walker CE. 1987. A differential scanning calorimetry study on the effects of annealing on gelatinisation behavior of corn starch. Journal of Food Science, 52: 715–718.

Kulp K, Ponte JG. 1981. Staling of white pan bread: Fundamental causes. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 15: 1–48.

LABUZA, T. P. (1982-1999). Shelf-life dating of foods. Connecticut, Food & Nutrition Press, INC.Págs: 36-50

Lambert, J.L., Le-Bail., A., Zuniga, R., Van-Haesendonck, I., Vnzeveren, E., Petit, C., Rosell, M.C., Collar, C., Curic, D., Colic-Baric, I., Sikora, M. & Ziobro, R. (2009): The attitudes of European consumers toward innovation in bread interest of the consumers toward selected quality attributes. Journal of Sensory Studies, 24.(2), 204 219 Disponible en:<http://www.molineriaypanaderia.com/html/articulo.php?articulo=Principales%20atributos%20sensorial>

es%20del%20pan.%20la%20importancia%20de%20la%20cata. “Principales atributos sensoriales del pan. La importancia de la cata”. Consultado el 16/ 08/ 2011

Lassoued, N., Delarue, J., Launay, B. & Michon, C. (2008): Baked product texture: Correlations between instrumental and sensory characterization using Flash Profile. *Journal of Cereal Science*, 48 (1), 133-143. Disponible en:<http://www.molineriaypanaderia.com/html/articulo.php?articulo=Principales%20atributos%20sensoriales%20del%20pan.%20la%20importancia%20de%20la%20cata>. “Principales atributos sensoriales del pan. La importancia de la cata”. Consultado el 16/ 08/ 2011

Lezcano, E. 2011. Análisis de Productos Panificados “Evolución de los hábitos de consumo del pan”. Disponible en: . Consultado el 25/ 08/ 2011

Lezcano, E. 2011. Análisis de Productos Panificados “Producción en Argentina”. Federación Argentina de la Industria del Pan (FAIPA). Disponible en: [www.alimentosargentinos.gov.ar](http://www.alimentosargentinos.gov.ar) . Consultado el: 25/ 08/ 2011

Lezcano E, La Industria Panificadora en Ecuador, 2007. Disponible en: [http://www.panera.com.pe/revistas/Rev13/rev13\\_812\\_Internacional.pdf.pdf](http://www.panera.com.pe/revistas/Rev13/rev13_812_Internacional.pdf.pdf). Consultado el 20/ 07/ 2011

López, X. 2002. Trigo - Pan: Calidad fundamental en la cadena. Comunicación personal. Granotec. Santiago, Chile. Disponible en: <http://www.tattersall.cl/revista/Rev192/pan.htm>. Consultado el 16/ 08/ 2011

Masi, P.; Cavella, S.; Sepe, M. 1998. “Characterization of dynamic viscoelastic behavior of wheat flour doughs at different moisture contents”, en *Cereal Chemistry*, Vol. 75, N° 5. Págs. 428-432. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx> “Reología y Textura de Masas: Aplicaciones en Trigo y Maíz”. Consultado el 12/ 08/ 2011



Matz, S. 1992. *Bakery Technology and Engineering*. Tercera edición. Pan Tech International, INC., EE.UU. 154-157 p.

Man y Jones (1997). Técnicas Aceleradas para estimación de la Vida útil. Págs. 6-10

Mejía, 2005. Metodología de la Investigación. México. McGraw-Hill. Interamericana de México. S.A de CV.

Morales, 2011. Manual de Panadería. Pág: 8,9.

Moreno. 1981. "Valor Panadero dela Harina de Trigo"

Naranjo M. 2008. Panaderías ambateñas. Disponible en: <http://www.edufuturo.com/educacion.php?c=1093>. Consultado el 15/ 09/ 2011

Negrete, N. 2011. "INIAP fomenta el cultivo de trigo en Ecuador. Disponible en: <http://www.elmercurio.com.ec/286614-iniap-fomenta-el-cultivo-del-trigo-en-ecuador.html>. Consultado el: 16/ 09/ 2011. Mayor información: Ing. Luis Ponce. Programa Nacional de Cereales. Teléfono: 02 2693362

Nordisk, N. 1998. "Revistaenzyme Business". Pág: 43.

NTE INEN 95:1979-06 "Pan Común, Requisitos. Primera Revisión

Ordoñez G, 2010, Alternativas de Aprovechamiento de Harinas no Tradicionales para la Elaboración de Pan Artesanal, Pags.1,2

Panera "Molinería, Panadería y Pastelería" .2009. La Industria Panificadora en Ecuador. Disponible en: <http://issuu.com/panera/docs/revista13>. Consultado el 23/ 10/2011

Pelayo Maite, 2010 "Vida útil de un Alimento". Disponible en: <http://www.cita.ucr.ac.cr/Alimentica/tesis%20completas/Tesis%20387%20completa.pdf>. Consultado el 16/05/2013

Pomeranz, Y. y Shellenberger, 1971. *Wheat: Chemistry and Technology* American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota. Usa. Págs. 12, 70- 75,80

Poinot, P., Arvisenet, G., Grua-Priol, J., Colas, D., Fillonneau, C., Le Bail, A. & Prost, C. (2008): Influence of formulation and process on the aromatic profile and physical characteristics of bread. *Journal of Cereal Science*, 48, 686, 697. Disponible en: <http://www.molineriaypanaderia.com/html/articulo.php?articulo=Principales%20atributos%20sensoriales%20del%20pan.%20la%20importancia%20de%20la%20cata>. "Principales atributos sensoriales del pan. La importancia de la cata". Consultado el 16/ 08/ 2011

Potter, N.1978. *La Ciencia de los Alimentos*. EDUTEX, S.A.Pag.89.

Quaglia, G. 1991. *Ciencia y Tecnología de la Panificación*. Editorial Acribia S.A. Segunda Edición. Zaragoza – España. Págs. 1, 2,17, 20-29, 36, 37, 51.

Ramírez, G.M. 1987. *Almacenamiento y Conservación de granos y semillas*. Editorial CECSA, México, DF

Rivas y Martinez, 2011. *Utilización de Harina de Zanahoria Amarilla (Daucus Carota) en la Elaboración de Pan*". Tesis. Pgs, 7-24.

Rosenthal, Andrew J. *Textura de los Alimentos- Medida y Percepción. Relación entre medidas instrumentales y sensoriales de la textura de Alimentos*. Págs: 1-38; 99-145.

Sandstedt R. 1961. *The function of starch in the baking of bread*. *Baker's Dig.* 35: 36-41.

Sancho, J. Bota, E. de Castro, J.J. 2002. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ed. Alfaomega. México, D.F. Pgs. 37-48

Saltos, A. 2010. Diseño Experimental. Ambato – Ecuador. Págs. 6 -37

Serna, Saldivar, S.O. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. A.G.T. Editor, S.A. Pág. 3, 4, 89, 90, 185, 188, 243 – 245, 374, 388.

Sharma, M.G. y N.N. Mohsenin, (1970). Mechanics of deformation of a fruit subjected to hydrostatic pressures. J. Agric. Eng. Res. 15(1), 65-74. Disponible en:<http://captura.uchile.cl/jspui/bitstream/2250/5108/1/ParamMecTexAlim%27%2707.pdf>. Consultado el: 14/ 08/ 2011

Steffe, J. 1996. Rheological methods in Food process engineering, Michigan, Freeman Press. Págs. 1-10, 295, 317, 258-262. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx> “Reología y Textura de Masas: Aplicaciones en Trigo y Maíz”. Consultado el 12/ 08/ 2011

Tejero, F. 2008- 2011. El Gluten en Panadería. Disponible en: [www.franciscotejero.com/tecnica/harinas/el%20gluten.htm](http://www.franciscotejero.com/tecnica/harinas/el%20gluten.htm) . Consultado el 15/ 09/ 2011

Tronsmo, K. M.; Magnus, E. M.; Baardseth, P.; Schofield, J. D.; Aamodt, A. y Faergestad, E. M. 2003. “Comparison of small and large deformation rheological properties of wheat dough and gluten”, en Cereal Chemistry, Vol. 80, N°5. Págs. 587-595. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx> “Reología y Textura de Masas: Aplicaciones en Trigo y Maíz”. Consultado el 12/ 08/ 2011

Virginiac. 2006. “AACC Method for Bread compressability. indd”. Disponible en: [www.TextureAnalysis.com](http://www.TextureAnalysis.com) Consultado el 12/ 08/ 2011

Xiong y Hernandez (2002). La vida útil de los Alimentos. Pág: 58-63

ANEXOS

# **ANEXO A**

---

## **ELABORACIÓN DE PAN**

---

## COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ADICIÓN DE MEJORADORES PARA HARINA DE TRIGO NACIONAL

**TABLA A-1 Cantidad de Mejoradores Utilizados en la Harina de Trigo Nacional Cojitambo**

Número de Tratamientos	Nivel Gluten	Mejoradores
0	0	100% Trigo Importado CWRS
1	10 gr	Harina de Trigo nacional + 1% gluten vital + 75 ppm $\alpha$ amilasa + 80ppm ácido ascórbico +100ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio.
2	20 gr	Harina de trigo nacional + 2% gluten vital + 75 ppm $\alpha$ amilasa + 80ppm ácido ascórbico +100ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio.
3	30 gr	Harina de trigo nacional + 3% gluten vital + 75 ppm $\alpha$ amilasa + 80ppm ácido ascórbico +100ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio.
4	40 gr	Harina de trigo nacional + 4% gluten vital + 75 ppm $\alpha$ amilasa + 80ppm ácido ascórbico +100ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio.
5	50 gr	Harina de trigo nacional + 5% gluten vital + 75 ppm $\alpha$ amilasa + 80ppm ácido ascórbico +100ppm glucosa oxidasa + 100ppm estearil lactilato de sodio.

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**TABLA A-2 Composición Química en %, de las Harinas Utilizadas**

<i>Tratamiento</i>	<i>Humedad</i>	<i>Cenizas</i>	<i>Fibra</i>	<i>Proteína</i>	<i>Grasa</i>	<i>Carbohidratos</i>
CWRS	12,08	0,73	0,57	15	1,54	81,84
TNC	12,83	0,92	1,11	11	1,29	87,58

CWRS: Harina de trigo fuerte (testigo/control)

TNC: Harina de trigo Cojitambo

**Fuente (Composición y Mejoradores):** Sandoval, G; Álvarez, M (PHPPF)

## FORMULACIÓN PARA ELABORAR PAN ESPECIAL

**TABLA A-3 Cantidad de Ingredientes utilizados en la Elaboración de Pan al Gluten y Pan de Trigo Importado**

Ingredientes	CANTIDAD											
	Pan al 1% de Gluten		Pan al 2% de Gluten		Pan al 3% de Gluten		Pan al 4% de Gluten		Pan al 5% de Gluten		Pan Trigo Importado	
	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
Harina	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100
Manteca	250	25	250	25	250	25	250	25	250	25	250	25
Sal	20	2	20	2	20	2	20	2	20	2	20	2
Azúcar	80	8	80	8	80	8	80	8	80	8	80	8
Levadura	40	4	40	4	40	4	40	4	40	4	40	4
Agua	250	25	300	30	350	35	400	40	> 500	> 50	> 500	> 50

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAN

**TABLA A-4 Etapas para Proceso de Obtención de Pan**

ETAPA	DESCRIPCIÓN	CONSEJO
Pesado	Todos los ingredientes son pesados, basándose en la cantidad de harina a utilizar	Es importante que la balanza, termómetros, otros, estén calibrados correctamente.
Mezclado	Consiste en el Homogeneizado de todos los ingredientes	
Amasado	Es una de las operaciones más importantes de la panificación porque garantiza la mezcla homogénea de los ingredientes. Favorece la formación de la red de gluten, que confiere elasticidad a la masa y le permite contener el aire. Durante esta etapa se determina la textura del pan	La temperatura de la masa al salir del amasador, debe tener alrededor de 27 °C.
Reposo	Corresponde con la primera fermentación de la masa. Es el tiempo que transcurre entre el final del amasado y el inicio de la división. Una vez terminado el amasado, la masa debe reposar en un recipiente cubierta con un paño húmedo para que adquiera volumen y elasticidad. Asimismo, la fermentación desarrolla los aromas, así, los productos acabados tendrán un mejor sabor	El proceso fermentativo se realiza a una temperatura de 35°C en un lapso de 20 a 30 minutos.
División	Esta etapa consiste en pesar y cortar la masa en pedazos con el mismo peso.	
Boleado	Consiste en trabajar la masa para que adquiera la forma de una bola. Esto permite reestructurar la masa eliminando parte del gas carbónico formado por la levadura durante la fermentación y dar mayor tenacidad a la masa.	No debe realizarse durante mucho tiempo < 1 min
Descanso	Consiste en dejar reposar la masa para permitir a la red de gluten reorganizarse y dar mayor elasticidad a la masa. El moldeado será por tanto más fácil.	La temperatura de descanso debe ser alta
Moldeado	Se trata de moldear el pedazo de masa en una superficie de trabajo enharinada, mediante pliegues sucesivos, para dar al pan la forma deseada.	Apoyar bien sobre el último pliegue para realizar una soldadura sólida y evitar que se abra durante la cocción.



Segunda Fermentación	Se trata de la fermentación final. La levadura desprende gas carbónico pero éste es retenido por el gluten. Esto provoca el inflado de la masa. Algunos parámetros influyen en esta fermentación. La temperatura, la dosis de levadura, el tiempo y el tipo de amasado (a mano o a máquina) y el tiempo de reposo de la masa en bloque.	Es mejor prolongar la duración de la segunda fermentación para obtener un pan bien desarrollado. No obstante, si espera demasiado, la masa se cae. Por lo general, conviene basarse en la duplicación del volumen de la masa para una fermentación óptima.
Greñar	Justo antes de la cocción, conviene cortar el pastón, es decir, realizar incisiones en la masa con una cuchilla. Esto permite que el gas carbónico se escape durante la cocción de modo que se facilita el desarrollo del pan. Para el panadero profesional, el greñado es la etapa durante la cual coloca su «firma» en el pan.	Para los análisis texturales de firmeza no debe realizarse esta operación; el pan debe estar sin Greñar.
Horneado	Se desarrolla en 3 etapas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al inicio de la cocción, la levadura aún está viva. La masa sigue inflándose. La levadura muere a partir de los 55 °C.</li> <li>• A continuación, se producen varias reacciones físico-químicas, lo cual permite que la miga se forme.</li> <li>• Finalmente, con el aumento de temperatura, la corteza comienza a endurecerse y a adquirir su bonito color dorado.</li> </ul>	Vaporice con agua el horno o incorpore en él un recipiente lleno de agua para humedecerlo. Esto impide que el pan se seque. La corteza será más fina y dorada.
Enfriamiento	A la salida del horno, el pan es aún frágil y está muy caliente. Hay que esperar a que la temperatura del pan descienda hasta la temperatura ambiente (29 - 30 °C) antes de cortarlo y de consumirlo.	Deje enfriar el pan sobre una rejilla. El agua podrá evaporarse y la corteza quedará muy crujiente.
Perchado	Se coloca en los mostradores utilizando cestas de metal para la respectiva venta, contribuyendo a mantener su frescura.	

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## ANÁLISIS DE CONSUMO DE PAN

**Tabla A-5 Proyección de Consumo de Pan**

<b>Años</b>	<b>Población Urbana</b>	<b>Consumo estimado de pan/hab</b>	<b>Consumo estimado de pan en Kg</b>
<b>2010</b>	224719	337079	13483
<b>2011*</b>	228090	342135	13685
<b>2012*</b>	231511	347267	13891
<b>2013*</b>	234984	352476	14099
<b>2014*</b>	238509	357764	14311
<b>2015*</b>	242086	363129	14525

\*Datos proyectados, de acuerdo a estimación de una TCP de 1,5 % en el 2010

**Fuente:** Censo INEC, 2001

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN

**Tabla A-6 Cantidades de Materia Prima para 56,20 Kg de Harina para Pan Especial**

<b><i>Materiales</i></b>	<b><i>Kilogramos</i></b>	<b><i>Porcentaje</i></b>
<b>Harina de Trigo Nacional</b>	56,20	100
<b>Manteca</b>	14,05	25
<b>Sal</b>	1,12	2
<b>Azúcar</b>	4,50	8
<b>Levadura</b>	2,25	4
<b>Agua</b>	36,51	60
<b>Gluten Vital</b>	2,81	5
<b>Mejorantes</b>	0,02	0,0355

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## ANÁLISIS DE COSTOS

### Estimación de Costos de Producción para la Industrialización de Pan de Harina de Trigo Nacional

**Tabla A-7 Costos de Materiales Directos e Indirectos para elaboración de 141 Kg de Pan**

Descripción	Cantidad (Kg)	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Harina de Trigo Nacional	56,20	0,75	42,15
Manteca	14,05	2,00	28,10
Sal	1,12	0,35	0,39
Azúcar	4,50	1,00	4,50
Levadura	2,25	3,50	7,88
Agua	33,70	0,0001	0,004
Gluten Vital	2,81	2,25	6,32
Mejorantes	0,02	38,94	0,78
Fundas	400	0,05	20,00
<b>Suman</b>			<b>110,12</b>

Elaborado por: Verónica Acosta

**Tabla A-8 Costo Equipos y Utensilios**

Descripción	Costo (\$)	Vida útil (años)	Costo Anual	Costo Día	Costo Hora	Horas de Uso	Costo Uso (\$)
Balanza analítica	300,00	5	60	0,24	0,03	2,00	0,06
Báscula	180,00	10	18	0,07	0,01	2,00	0,02
Amasadora (25Kg)	2920,00	10	292	1,17	0,15	3,50	0,51
Cámara de Fermentación	7500,00	10	750	3,00	0,38	4,00	1,50
Horno Giratorio (10 ban)	6750,00	10	675	2,70	0,34	4,00	1,35
Mesa de Acero Inoxidable	850,00	10	85	0,34	0,04	6,00	0,26
Utensilios Varios	460,00	5	92	0,37	0,05	5,00	0,23
<b>Suman</b>							<b>3,92</b>

Elaborado por: Verónica Acosta

**Tabla A-9 Costo de Suministros**

<b>Servicio</b>	<b>Consumo(\$)</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Agua (m³)	2	0,50	1,00
Luz Eléctrica (Kw-h)	13	0,25	3,25
Teléfono (min)	10	0,02	0,20
Gas (Kg)	7	0,90	6,30
<b>Suman</b>			<b>10,75</b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Tabla A-10 Costo de Mano de Obra Directa**

<b>Personal</b>	<b>Sueldo Básico</b>	<b>Costo Día</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
1 Calificado	492,84	24,64	3,08	24,64
1 No Calificado	442,86	22,14	2,77	22,14
<b>Suman</b>				<b>46,78</b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Tabla A-11 Costo de Mano de Obra Indirecta**

<b>Personal</b>	<b>Sueldo Básico</b>	<b>Costo Día</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
2 Vendedores	885,72	44,29	5,54	44,29
<b>Suman</b>				<b>44,29</b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Tabla A-12 Rol de Pagos**

<b>Provisiones de Ley</b>	<b>Valor</b>	
Sueldo Básico Unificado	318,00	354,00
Décimo Tercero	318,00	354,00
Décimo Cuarto	318,00	354,00
Vacaciones	159,00	177,00
Fondos de Reserva	318,00	354,00
Aporte al IESS	353,46	393,47
Aporte al IECE	15,90	17,70
Aporte al SECAP	15,90	15,90
<b>Total</b>	<b>1498,26</b>	<b>1666,07</b>
<b>Sueldo Mensual</b>	<b>442,86</b>	<b>492,84</b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Tabla A-13 Costo de Producción de Pan de Harina de Trigo Nacional**

Descripción	Costos (\$)
Material Directo e Indirecto	110,12
Equipos y Utensillos	3,92
Suministros	10,75
Mano de Obra Directa e Indirecta	91,07
<b>Subtotal</b>	<b>215,86</b>
<b>Imprevistos (5%)</b>	<b>10,79</b>
<b>Total</b>	<b>226,65</b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Capacidad de Producción =** 3525 pan/día

**Costo Unitario**

**Utilidad (30%)**

$$C.U = \frac{\text{Costo de Producción}}{\text{Capacidad de Producción}} = \frac{226,65 \text{ ctv } \$}{3525 \text{ panes}} = 0,064 \text{ ctv } \$$$

$$\text{Utilidad Unitaria (35\%)} = 0,022 \text{ ctv } \$$$

**Precio de Venta**

$$P.V.P = C.U + \text{Utilidad}$$

$$P.V.P = 0,064 \text{ ctv } \$ + 0,022 \text{ ctv } \$$$

$$P.V.P = 0,09 \text{ ctv } \$$$

**Ingreso Total al Día**

$$I.T = PV * \text{Capacidad de Producción}$$

$$I.T = 0,09 \text{ ctv } \$ * 3525 \text{ panes}$$

$$I.T = 317,25 \$$$

**Tabla A-14. Porcentaje de rendimiento de pan al 5% de Gluten Vital**

Peso inicial (Kg)	Peso final (Kg)	% Rendimiento
52,20	141	270,11%

**Elaborado por:** Verónica Acosta

$$\text{Rendimiento} = (\text{Peso final} / \text{Peso inicial}) * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = (141 \text{ Kg} / 52,20) * 100\%$$

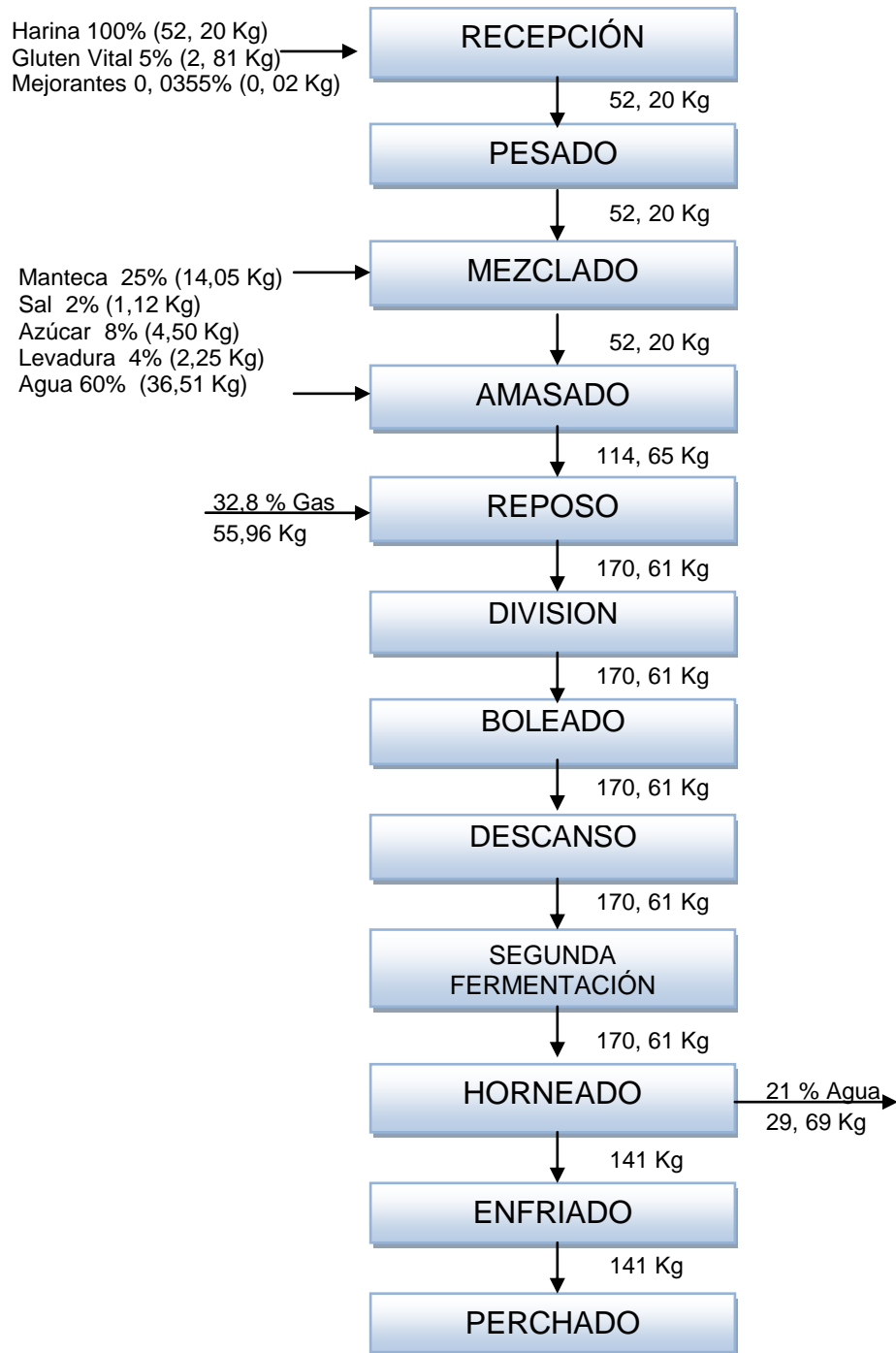
$$\text{Rendimiento} = 270,11\%$$

## ANEXO A-1. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ELABORACIÓN DE PAN



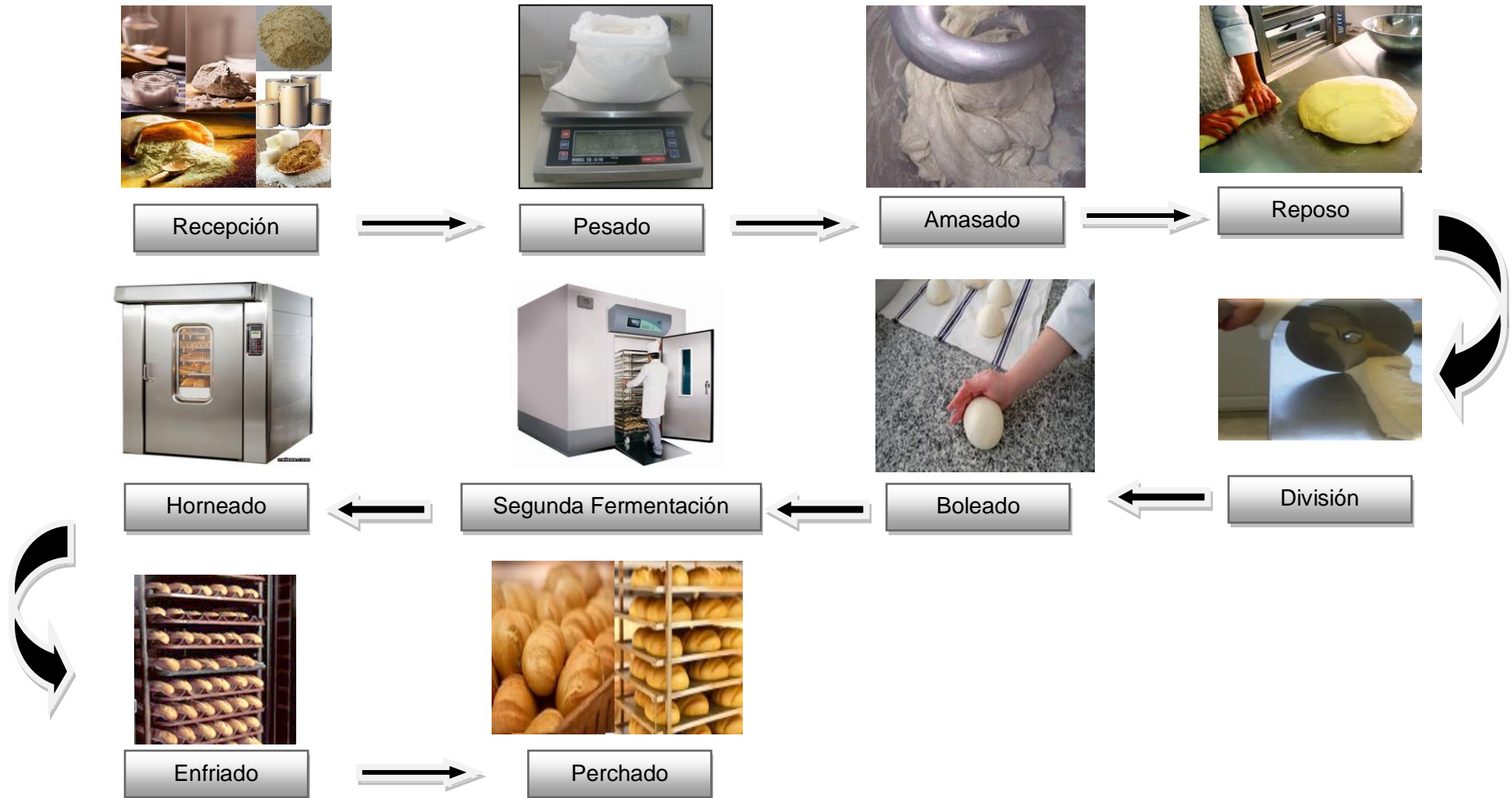
Elaborado por: Verónica Acosta

**ANEXO A-2. DIAGRAMA DE BALANCE DE MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE PAN; TRATAMIENTO CON ADICIÓN DE GLUTEN (5%)**



**Elaborado por: Verónica Acosta G**

### ANEXO A-3. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE ELABORACIÓN DE PAN





## ANEXO A-4

### HOJA DE CATACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

#### ANÁLISIS SENSORIAL DE CALIDAD Y ACEPTABILIDAD DE PAN

Fecha: .....

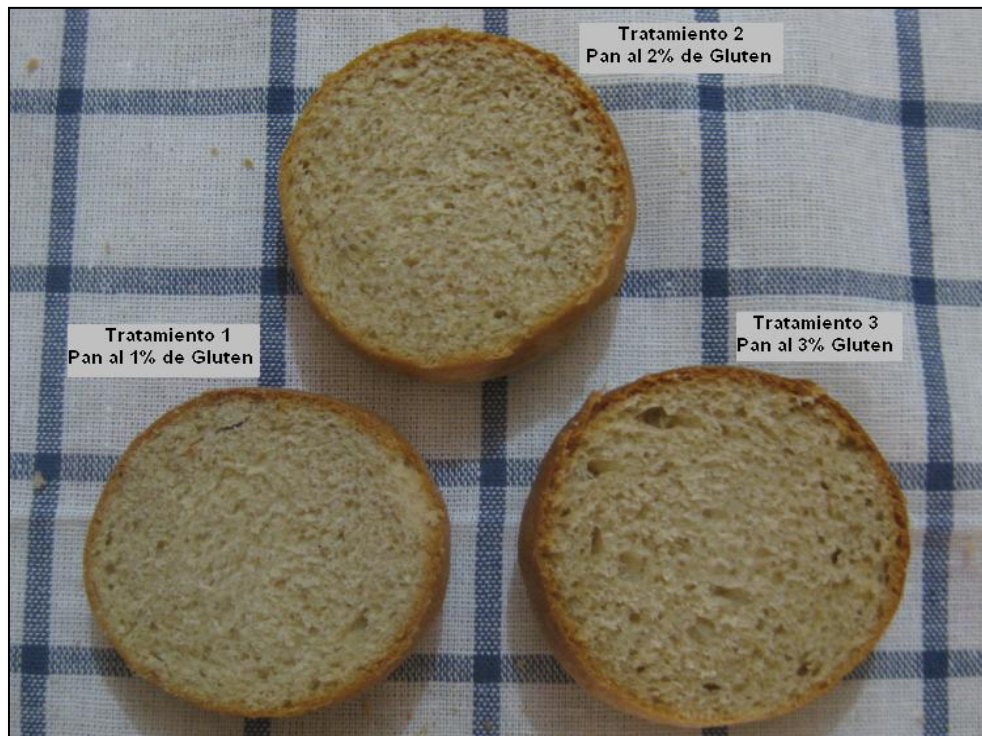
**INSTRUCCIONES:** Por favor, en el orden que se solicite deguste las muestras y marque con (X) a su parecer cada uno de los atributos aquí planteados según su apreciación personal.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS		
		512	475	384
COLOR	1. Muy pálido	.....	.....	.....
	2. Pálido	.....	.....	.....
	3. Dorado	.....	.....	.....
	4. Dorado intenso	.....	.....	.....
	5. Dorado brillante	.....	.....	.....
APARIENCIA DE LA MIGA	1. Muy porosa	.....	.....	.....
	2. Porosa	.....	.....	.....
	3. Ni porosa ni compacta	.....	.....	.....
	4. Compacta	.....	.....	.....
	5. Muy compacta	.....	.....	.....
FRIABILIDAD	1. Muy desmenuzable	.....	.....	.....
	2. Desmenuzable	.....	.....	.....
	3. Apanas desmenuzable	.....	.....	.....
	4. Poco desmenuzable	.....	.....	.....
	5. Nada desmenuzable	.....	.....	.....
TEXTURA	1. Muy dura	.....	.....	.....
	2. Dura	.....	.....	.....
	3. Ni dura ni blanda	.....	.....	.....
	4. Blanda	.....	.....	.....
	5. Muy blanda	.....	.....	.....
SABOR	1. Desagrada mucho	.....	.....	.....
	2. Desagrada poco	.....	.....	.....
	3. Ni agrada ni desagrada	.....	.....	.....
	4. Agrada	.....	.....	.....
	5. Agrada mucho	.....	.....	.....

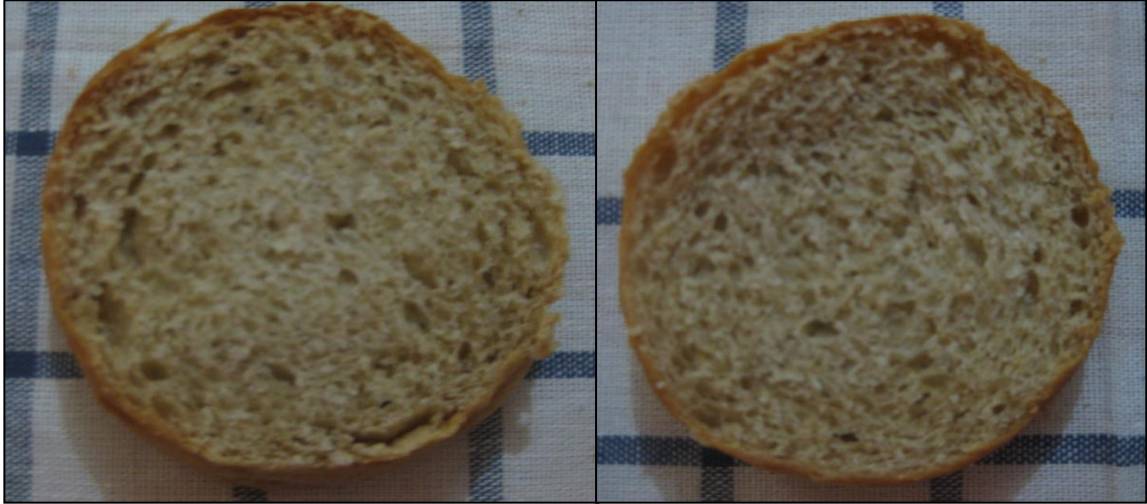
COMENTARIOS:.....  
.....

**Gracias por su colaboración.**

## ANEXO A-5. FOTOGRAFÍAS



## PAN MEJORES TRATAMIENTOS Y CONTROL



**TRATAMIENTO 4**  
Pan al 4% de Gluten

**TRATAMIENTO 5**  
Pan al 4% de Gluten



**TRATAMIENTO 0**  
Pan de Trigo Importado



## **ENVASADO**

### **CAMBIOS TEXTURALES EN EL TIEMPO**



# **ANEXO B**

---

## **CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS FÍSICOS DEL PAN**

---

## CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL PAN

**Tabla B-1.** Valores de Diámetro y Altura, obtenidos de diez muestras de los Mejores Tratamientos (T4, T5 Y T0)

Observaciones	Tratamiento (T4)		Tratamiento (T5)		Tratamiento (T0)	
	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
1	6,3	4,0	6,5	4,3	8,2	5,3
2	6,5	4,2	7,8	4,9	7,8	4,9
3	6,3	4,2	7,3	4,8	6,7	4,9
4	6,6	4,3	8,0	5,1	7,6	5,0
5	6,4	3,7	6,8	4,7	6,9	4,6
6	6,4	4,6	7,5	4,6	8,3	5,2
7	6,2	3,9	8,2	5,4	8,1	5,1
8	6,8	4,5	7,6	5,0	7,7	4,9
9	6,4	4,1	6,9	4,8	8,0	5,2
10	7,1	4,5	7,4	4,9	6,8	4,7
<b>Suma</b>	65,00	42,00	74,00	48,50	76,10	49,80
<b>Promedio</b>	<b>6,5<sup>b</sup></b>	<b>4,20<sup>b</sup></b>	<b>7,4<sup>a</sup></b>	<b>4,85<sup>a</sup></b>	<b>7,61<sup>a</sup></b>	<b>4,98<sup>a</sup></b>

T4= Pan al 4% de Gluten

T5= Pan al 5% de Gluten

T0= Pan 100% Harina de Trigo Importado

**Elaborado por:** Verónica Acosta, 2013

## ANÁLISIS FÍSICOS DEL PAN

**Tabla B-2.** Valores de Peso, % Pérdida de peso y Peso específico, de pan al 4% de Gluten Vital; (10 unidades experimentales)

<b>Mejor Tratamiento (T4)</b>					
<b>Observ.</b>	<b>W<sub>0</sub>(gr)</b>	<b>W<sub>f</sub> (gr)</b>	<b>Porcentaje</b>		<b>Peso específico</b>
			<b>gramos</b>	<b>%</b>	<b>gr/cc</b>
1	40	36,1	3,9	9,75	0,40
2	40	35,7	4,3	10,75	0,42
3	40	35,9	4,1	10,25	0,45
4	40	35,8	4,2	10,50	0,38
5	40	36,0	4,0	10,00	0,48
6	40	35,7	4,3	10,75	0,42
7	40	35,9	4,1	10,25	0,40
8	40	36,2	3,8	9,50	0,38
9	40	35,5	4,5	11,25	0,34
10	40	35,4	4,6	11,50	0,31
<b>Suma</b>	-	358,2	41,8	104,50	3,97
<b>Promedio</b>	<b>40</b>	<b>35,82<sup>c</sup></b>	<b>4,2</b>	<b>10,45<sup>c</sup></b>	<b>0,398<sup>b</sup></b>

W<sub>0</sub>= peso del pan, antes de la cocción;

W<sub>f</sub> =peso del pan, despues de la cocción.

**Elaborado por:** veronica Acosta G.

**Tabla B-3.** Valores de Peso y Peso específico, de pan al 5% de Gluten Vital;  
(10 unidades experimentales)

<b>Mejor Tratamiento (T5)</b>					
<b>Observ.</b>	<b>W<sub>0</sub>(gr)</b>	<b>W<sub>f</sub> (gr)</b>	<b>Porcentaje</b>		<b>Peso específico</b>
			<b>gramos</b>	<b>%</b>	<b>gr/cc</b>
1	40	39,1	0,9	2,25	0,31
2	40	36,3	3,7	9,25	0,35
3	40	37,5	2,5	6,25	0,31
4	40	38,7	1,3	3,25	0,35
5	40	37,7	2,3	5,75	0,33
6	40	39,0	1,0	2,50	0,34
7	40	38,5	1,5	3,75	0,37
8	40	36,9	3,1	7,75	0,34
9	40	39,2	0,8	2,00	0,31
10	40	38,8	1,2	3,00	0,35
<b>Suma</b>	-	381,7	18,3	45,75	3,36
<b>Promedio</b>	<b>40</b>	<b>38,17<sup>b</sup></b>	<b>1,83</b>	<b>4,58<sup>b</sup></b>	<b>0,336<sup>a</sup></b>

W<sub>0</sub>= peso del pan, antes de la cocción;

W<sub>f</sub> =peso del pan, despues de la cocción.

**Elaborado por:** veronica Acosta G.



**Tabla B-4.** Valores de Peso y Peso específico de pan, elaborado con harina de Trigo Importado; (10 unidades experimentales)

<b>Tratamiento Control (T0)</b>					
<b>Observ.</b>	<b>W<sub>0</sub>(gr)</b>	<b>W<sub>f</sub> (gr)</b>	<b>Porcentaje</b>		<b>Peso específico</b>
			<b>gramos</b>	<b>%</b>	<b>gr/cc</b>
1	40	36,5	3,5	8,75	0,29
2	40	35,8	4,2	10,50	0,42
3	40	35,6	4,4	11,00	0,37
4	40	37,8	2,2	5,50	0,36
5	40	36,6	3,4	8,50	0,29
6	40	37,9	2,1	5,25	0,32
7	40	35,7	4,3	10,75	0,29
8	40	37,0	3,0	7,50	0,32
9	40	36,8	3,2	8,00	0,35
10	40	36,2	3,8	9,50	0,43
<b>Suma</b>	-	365,9	34,1	85,25	3,44
<b>Promedio</b>	<b>40</b>	<b>36,59<sup>a</sup></b>	<b>3,41</b>	<b>8,53<sup>a</sup></b>	<b>0,344<sup>a</sup></b>

**T0**= pan 100% harina de trigo Importado CWRS;

**W<sub>0</sub>**= peso del pan, antes de la cocción;

**W<sub>f</sub>** =peso del pan, despues de la cocción.

**Elaborado por:** veronica Acosta

**Tabla B-5.** Valores de Volumen y Volumen específico, de pan al 4% de Gluten Vital; (10 unidades experimentales)

<b>Mejor Tratamiento (T4)</b>				
<b>Observ.</b>	<b>V<sub>0</sub> (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>f</sub> (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol pan</b>	<b>Vol específico</b>
			<b>(cm<sup>3</sup>)</b>	<b>cc/gr</b>
1	500	410	90	3,46
2	500	415	85	2,94
3	500	420	80	3,34
4	500	405	95	3,07
5	500	425	75	3,19
6	500	415	85	3,22
7	500	410	90	2,92
8	500	405	95	3,04
9	500	395	105	3,52
10	500	385	115	3,11
<b>Suma</b>	-	4085,0	915	25,56
<b>Promedio</b>	<b>500</b>	<b>408,5</b>	<b>91,5<sup>b</sup></b>	<b>2,56<sup>b</sup></b>

V<sub>0</sub>= Volumen del recipiente;

V<sub>f</sub>=Volumen de las semillas de quinua luego de sacado el pan.

**Elaborado por:** veronica Acosta G

**Tabla B-6.** Valores de Volumen y Volumen específico, de pan al 5% de Gluten Vital; (10 unidades experimentales)

<b>Mejor Tratamiento (T5)</b>				
<b>Observ.</b>	<b>V<sub>0</sub> (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>f</sub> (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol pan</b>	<b>Vol específico</b>
			<b>(cm<sup>3</sup>)</b>	<b>cc/gr</b>
1	500	375	125	3,20
2	500	395	105	2,89
3	500	380	120	3,20
4	500	390	110	2,84
5	500	385	115	3,05
6	500	385	115	2,95
7	500	395	105	2,73
8	500	390	110	2,98
9	500	375	125	3,19
10	500	390	110	2,84
<b>Suma</b>	-	3860,0	1140,0	29,86
<b>Promedio</b>	<b>500</b>	<b>386,0</b>	<b>114,0<sup>a</sup></b>	<b>2,99<sup>a</sup></b>

V<sub>0</sub>= Volumen del recipiente;

V<sub>f</sub>=Volumen de las semillas de quinua luego de sacado el pan.

**Elaborado por:** veronica Acosta G

**Tabla B-7.** Valores de Volumen y Volumen específico de pan, elaborado con Harina de Trigo Importado; (10 unidades experimentales)

<b>Tratamiento Control (T0)</b>				
<b>Observ.</b>	<b>V<sub>0</sub> (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>f</sub> (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol pan</b>	<b>Vol específico</b>
			<b>(cm<sup>3</sup>)</b>	<b>cc/gr</b>
1	500	375	125	3,42
2	500	415	85	2,37
3	500	405	95	2,67
4	500	395	105	2,78
5	500	375	125	3,42
6	500	380	120	3,17
7	500	375	125	3,50
8	500	385	115	3,11
9	500	395	105	2,85
10	500	415	85	2,35
<b>Suma</b>	-	3915,0	1085	29,64
<b>Promedio</b>	<b>500</b>	<b>391,5</b>	<b>108,5<sup>a</sup></b>	<b>2,96<sup>a</sup></b>

**T0**= pan 100% harina de trigo Importado CWRS;

**V<sub>0</sub>**= peso del pan, antes de la cocción;

**V<sub>f</sub>**= peso del pan, después de la cocción.

**Elaborado por:** veronica Acosta

# **ANEXO C**

---

## **DATOS DE EVALUACIÓN TEXTURAL DEL PAN**

---

## Mejores Tratamientos

### Pan al 4% de Gluten Vital (T4)

**TABLA C-1** Informe de Datos de tres muestras, seleccionadas al azar de un conjunto de diez observaciones, para dureza (Día 1).

Fr. muestreo (10 puntos/Seg)	Tiempo (s)	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
		Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)
1	0,1	0,18	0,25	0,18	0,37	0,18	0,14
2	0,2	0,38	0,42	0,38	0,72	0,38	0,21
3	0,3	0,57	0,58	0,58	0,98	0,58	0,29
4	0,4	0,78	0,79	0,78	1,20	0,78	0,42
5	0,5	0,99	0,99	0,98	1,39	0,98	0,57
6	0,6	1,19	1,25	1,19	1,63	1,18	0,75
7	0,7	1,39	1,51	1,39	1,84	1,38	0,99
8	0,8	1,59	1,76	1,59	2,07	1,59	1,35
9	0,9	1,78	2,03	1,79	2,28	1,79	1,66
10	1,0	1,98	2,29	1,99	2,46	1,99	1,93
11	1,1	2,18	2,59	2,19	2,69	2,19	2,22
12	1,2	2,38	2,82	2,39	2,92	2,39	2,48
13	1,3	2,59	3,04	2,59	3,15	2,59	2,73
14	1,4	2,80	3,26	2,79	3,33	2,78	2,93
15	1,5	3,00	3,42	2,99	3,52	2,99	3,13
16	1,6	3,19	3,61	3,20	3,74	3,19	3,39
17	1,7	3,40	3,80	3,40	3,95	3,39	3,65
18	1,8	3,59	4,00	3,60	4,18	3,60	3,87
19	1,9	3,79	4,26	3,80	4,40	3,80	4,10
20	2,00	3,99	4,47	4,00	4,64	3,99	4,35
21	2,1	4,19	4,69	4,20	4,83	4,20	4,61
22	2,2	4,40	4,86	4,40	5,05	4,39	4,77
23	2,3	4,59	5,04	4,60	5,25	4,59	4,94
24	2,4	4,81	5,22	4,80	5,44	4,80	5,13
25	2,5	5,00	5,37	5,00	5,66	4,99	5,29
26	2,6	5,23	5,57	5,23	5,86	5,22	5,43
27	2,7	5,42	5,69	5,43	6,09	5,42	5,58
28	2,8	5,63	5,77	5,63	6,33	5,63	5,70
29	2,9	5,82	5,85	5,83	6,55	5,83	5,80
30	3,00	6,03	5,92	6,03	6,76	6,03	5,84
31	3,1	6,23	5,96	6,23	6,95	6,23	5,88
32	3,2	6,42	5,98	6,43	7,16	6,43	5,90
33	3,3	6,62	6,00	6,63	7,33	6,63	5,93
34	3,4	6,83	6,01	6,83	7,50	6,83	5,92
<i>Continúa...</i>							

35	3,5	7,03	6,01	7,03	7,64	7,03	5,92
36	3,6	-	-	7,24	7,78	7,23	5,93
37	3,7	-	-	7,44	7,88	7,43	5,96
38	3,8	-	-	7,64	7,95	-	-
39	3,9	-	-	7,84	7,99	-	-
40	4,0	-	-	8,04	8,02	-	-
41	4,1	-	-	8,24	8,01	-	-
42	4,2	-	-	8,44	8,03	-	-
43	4,3	-	-	8,64	8,04	-	-
44	4,4	-	-	8,84	8,05	-	-
45	4,5	-	-	9,04	8,08	-	-
46	4,6	-	-	9,25	8,08	-	-
47	4,7	-	-	9,45	8,08	-	-
48	4,8	-	-	9,66	8,10	-	-

Elaborado por: Verónica Acosta

**TABLA C-2** Informe de Datos de tres muestras, seleccionadas al azar de un conjunto de diez observaciones, para dureza (Día 2).

Fr. muestreo (10 puntos/Seg)	Tiempo (s)	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
		Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)
1	0,1	0,2	0,22	0,18	0,08	0,18	0,18
2	0,2	0,4	0,31	0,38	0,13	0,38	0,43
3	0,3	0,6	0,43	0,59	0,22	0,58	0,72
4	0,4	0,8	0,53	0,78	0,33	0,78	1,01
5	0,5	1,0	0,65	0,99	0,43	0,99	1,28
6	0,6	1,2	0,75	1,19	0,47	1,20	1,54
7	0,7	1,4	0,85	1,38	0,54	1,39	1,78
8	0,8	1,6	0,94	1,60	0,64	1,59	2,05
9	0,9	1,8	1,02	1,80	0,75	1,79	2,32
10	1,0	2,01	1,18	2,00	0,84	1,99	2,62
11	1,1	2,21	1,34	2,2	0,98	2,19	2,89
12	1,2	2,41	1,54	2,4	1,12	2,39	3,12
13	1,3	2,61	1,72	2,6	1,30	2,59	3,34
14	1,4	2,81	1,88	2,8	1,49	2,79	3,57
15	1,5	3,01	2,06	3,0	1,67	3,00	3,77
16	1,6	3,21	2,24	3,2	1,88	3,20	3,98
17	1,7	3,41	2,40	3,4	2,07	3,40	4,24
18	1,8	3,61	2,66	3,61	2,30	3,60	4,51
19	1,9	3,81	2,91	3,8	2,51	3,80	4,76
20	2,0	4,02	3,16	4,01	2,75	4,00	4,98
<i>Continúa...</i>							

21	2,1	4,22	3,39	4,21	2,99	4,20	5,24
22	2,2	4,42	3,60	4,41	3,21	4,40	5,45
23	2,3	4,62	3,81	4,61	3,46	4,60	5,68
24	2,4	4,82	4,01	4,81	3,70	4,80	5,90
25	2,5	5,02	4,20	5,01	3,95	5,01	6,18
26	2,6	5,24	4,38	5,23	4,25	5,23	6,46
27	2,7	5,43	4,56	5,42	4,49	5,43	6,64
28	2,8	5,64	4,73	5,63	4,76	5,63	6,80
29	2,9	5,85	4,82	5,84	4,96	5,83	6,94
30	3,0	6,05	4,95	6,03	5,17	6,03	7,01
31	3,1	6,25	5,05	6,24	5,4	6,23	7,07
32	3,2	6,45	5,15	6,44	5,65	6,43	7,10
33	3,3	6,65	5,25	6,64	5,88	6,63	7,12
34	3,4	6,85	5,36	6,83	6,11	6,83	7,08
35	3,5	7,05	5,49	7,03	6,30	7,04	7,02
36	3,6	7,25	5,60	7,23	6,50	7,24	6,96
37	3,7	7,45	5,69	7,44	6,68	7,44	6,91
38	3,8	7,65	5,80	7,65	6,86	7,64	6,85
39	3,9	7,86	5,89	7,85	7,05	7,84	6,82
40	4,0	8,06	6,01	8,05	7,23	8,04	6,81
41	4,1	8,26	6,16	8,25	7,42	8,24	6,82
42	4,2	8,46	6,31	8,45	7,61	8,44	6,84
43	4,3	8,66	6,46	8,65	7,78	8,64	6,85
44	4,4	8,86	6,61	8,84	7,97	8,84	6,87
45	4,5	9,06	6,75	9,04	8,11	9,05	6,88
46	4,6	9,26	6,88	9,24	8,32	9,25	6,93
47	4,7	9,46	7,02	9,44	8,48	9,45	6,99
48	4,8	9,66	7,17	9,65	8,71	9,65	7,06
49	4,9	9,87	7,34	9,86	8,91	9,86	7,15

Elaborado por: Verónica Acosta

**TABLA C-3** Informe de Datos de tres muestras, seleccionadas al azar de un conjunto de diez observaciones, para dureza (Día 3).

Fr. muestreo (10 puntos/Seg)	Tiempo (s)	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
		Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)
1	0,1	0,19	0,14	0,18	0,12	0,17	0,35
2	0,2	0,38	0,22	0,38	0,21	0,38	0,57
3	0,3	0,58	0,33	0,59	0,33	0,58	0,88
4	0,4	0,79	0,45	0,79	0,44	0,77	1,23
5	0,5	1,00	0,60	0,99	0,54	0,98	1,49
<i>Continúa...</i>							



6	0,6	1,20	0,76	1,19	0,69	1,18	1,86
7	0,7	1,39	0,93	1,39	0,84	1,39	2,39
8	0,8	1,59	1,09	1,59	1,02	1,58	2,82
9	0,9	1,80	1,28	1,79	1,19	1,78	3,16
10	1,0	2,00	1,51	1,99	1,32	1,98	3,56
11	1,1	2,2	1,73	2,19	1,49	2,18	3,90
12	1,2	2,4	1,92	2,39	1,64	2,38	4,15
13	1,3	2,59	2,09	2,60	1,83	2,58	4,50
14	1,4	2,80	2,30	2,80	2,01	2,78	4,83
15	1,5	3,00	2,51	3,00	2,20	2,98	5,27
16	1,6	3,20	2,71	3,20	2,41	3,18	5,68
17	1,7	3,40	2,90	3,40	2,60	3,39	6,05
18	1,8	3,61	3,10	3,60	2,78	3,59	6,39
19	1,9	3,81	3,30	3,80	2,98	3,79	6,70
20	2,0	4,01	3,51	4,00	3,22	3,99	6,99
21	2,1	4,21	3,68	4,20	3,46	4,19	7,26
22	2,2	4,41	3,85	4,40	3,70	4,39	7,54
23	2,3	4,60	4,02	4,61	3,94	4,59	7,87
24	2,4	4,81	4,18	4,81	4,17	4,79	8,15
25	2,5	5,01	4,31	5,01	4,39	4,99	8,32
26	2,6	5,23	4,50	5,23	4,67	5,21	8,41
27	2,7	5,43	4,68	5,43	4,87	5,42	8,47
28	2,8	5,64	4,78	5,63	5,15	5,62	8,52
29	2,9	5,84	4,94	5,83	5,42	5,82	8,55
30	3,0	6,04	5,13	6,03	5,71	-	-
31	3,1	6,24	5,33	6,23	6,01	-	-
32	3,2	6,43	5,52	6,42	6,29	-	-
33	3,3	6,64	5,68	6,63	6,65	-	-
34	3,4	6,85	5,88	6,84	6,97	-	-
35	3,5	7,04	6,05	7,04	7,30	-	-
36	3,6	7,24	6,22	7,23	7,66	-	-
37	3,7	7,44	6,38	7,43	8,02	-	-
38	3,8	7,64	6,58	7,63	8,37	-	-
39	3,9	7,84	6,79	7,83	8,69	-	-
40	4,0	8,04	6,98	8,04	8,99	-	-
41	4,1	8,24	7,15	8,23	9,28	-	-
42	4,2	8,44	7,35	8,44	9,62	-	-
43	4,3	8,64	7,56	8,64	9,98	-	-
44	4,4	8,85	7,75	8,84	10,37	-	-
45	4,5	9,05	7,97	9,04	10,71	-	-
46	4,6	9,25	8,19	9,24	11,00	-	-
47	4,7	9,45	8,44	9,44	11,30	-	-
48	4,8	9,65	8,65	9,64	11,59	-	-
49	4,9	9,85	8,86	9,85	11,86	-	-

Elaborado por: Verónica Acosta

## Pan al 5% de Gluten Vital (T5)

**TABLA C-4.** Informe de Datos de tres muestras, seleccionadas al azar de un conjunto de diez observaciones, para dureza (Día 1).

Fr. muestreo (10 puntos/Seg)	Tiempo (s)	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
		Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)
1	0,1	0,20	0,18	0,17	0,15	0,18	0,18
2	0,2	0,40	0,36	0,37	0,26	0,38	0,25
3	0,3	0,60	0,48	0,57	0,39	0,58	0,45
4	0,4	0,81	0,67	0,77	0,43	0,78	0,72
5	0,5	1,01	0,85	0,98	0,57	0,98	0,99
6	0,6	1,21	1,05	1,19	0,75	1,18	1,29
7	0,7	1,41	1,29	1,38	0,89	1,38	1,55
8	0,8	1,61	1,56	1,58	1,03	1,59	1,79
9	0,9	1,81	1,74	1,78	1,17	1,79	1,94
10	1,0	2,01	1,90	1,98	1,30	1,99	2,09
11	1,1	2,21	2,09	2,19	1,45	2,19	2,27
12	1,2	2,40	2,29	2,38	1,59	2,39	2,40
13	1,3	2,61	2,48	2,58	1,73	2,59	2,50
14	1,4	2,82	2,71	2,79	1,86	2,79	2,57
15	1,5	3,02	2,94	2,99	2,02	2,99	2,63
16	1,6	3,22	3,16	3,19	2,15	3,19	2,69
17	1,7	3,42	3,36	3,39	2,29	3,39	2,78
18	1,8	3,62	3,54	3,59	2,42	3,60	2,91
19	1,9	3,82	3,74	3,79	2,54	3,80	3,07
20	2,0	4,02	3,89	4,00	2,66	4,00	3,33
21	2,1	4,21	4,07	4,19	2,79	4,20	3,67
22	2,2	4,42	4,25	4,39	2,9	4,40	3,98
23	2,3	4,62	4,40	4,59	3,00	4,60	4,22
24	2,4	4,83	4,57	4,79	3,12	4,80	4,50
25	2,5	5,03	4,73	5,00	3,23	5,00	4,76
26	2,6	5,25	4,83	5,23	3,34	5,22	4,95
27	2,7	5,44	4,95	5,43	3,43	5,42	5,14
28	2,8	5,65	5,09	5,63	3,54	5,63	5,32
29	2,9	5,85	5,22	5,83	3,64	5,83	5,45
30	3,0	6,05	5,33	6,02	3,74	6,03	5,50
31	3,1	6,25	5,46	6,23	3,81	6,23	5,51
32	3,2	6,45	5,53	6,42	3,90	6,43	5,52
33	3,3	6,66	5,59	6,62	4,00	6,63	5,51
34	3,4	6,86	5,64	6,83	4,07	6,83	5,52
35	3,5	-	-	7,04	4,12	7,03	5,54
36	3,6	-	-	7,23	4,19	7,23	5,58
<i>Continúa...</i>							

37	3,7	-	-	7,44	4,24	7,43	5,63
38	3,8	-	-	7,63	4,30	7,64	5,66
39	3,9	-	-	7,84	4,32	7,84	5,70
40	4,0	-	-	8,04	4,36	8,04	5,74
41	4,1	-	-	8,23	4,38	8,24	5,76
42	4,2	-	-	8,44	4,39	8,44	5,84
43	4,3	-	-	8,64	4,39	8,64	5,90
44	4,4	-	-	8,85	4,41	8,84	5,98
45	4,5	-	-	9,05	4,43	9,04	6,08
46	4,6	-	-	9,25	4,47	9,24	6,17
47	4,7	-	-	9,45	4,49	9,44	6,25
48	4,8	-	-	9,65	4,52	9,65	6,30
49	4,9	-	-	9,85	4,54	-	-

Elaborado por: Verónica Acosta

**TABLA C-5.** Informe de Datos de tres muestras, seleccionadas al azar de un conjunto de diez observaciones, para dureza (Día 2).

Fr. muestreo (10 puntos/Seg)	Tiempo (s)	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
		Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)
1	0,1	0,18	0,14	0,19	0,11	0,19	0,26
2	0,2	0,38	0,25	0,39	0,17	0,39	0,45
3	0,3	0,59	0,37	0,59	0,26	0,59	0,63
4	0,4	0,79	0,43	0,79	0,36	0,79	0,86
5	0,5	0,99	0,56	0,99	0,44	1,00	1,10
6	0,6	1,19	0,71	1,20	0,49	1,20	1,33
7	0,7	1,39	0,88	1,40	0,57	1,41	1,58
8	0,8	1,59	1,08	1,60	0,67	1,60	1,85
9	0,9	1,79	1,27	1,80	0,76	1,80	2,11
10	1,0	1,99	1,45	2,00	0,84	2,00	2,35
11	1,1	2,19	1,59	2,20	0,9	2,20	2,55
12	1,2	2,39	1,77	2,40	0,97	2,40	2,79
13	1,3	2,60	1,94	2,60	1,04	2,60	3,02
14	1,4	2,80	2,11	2,81	1,13	2,80	3,28
15	1,5	3,00	2,28	3,00	1,21	3,01	3,61
16	1,6	3,20	2,45	3,21	1,28	3,21	3,91
17	1,7	3,40	2,62	3,41	1,36	3,41	4,21
18	1,8	3,60	2,78	3,61	1,44	3,61	4,50
19	1,9	3,80	2,91	3,82	1,55	3,81	4,74
20	2,0	4,00	3,06	4,02	1,70	4,01	4,98
21	2,1	4,2	3,22	4,21	1,86	4,21	5,29
<i>Continúa...</i>							

22	2,2	4,40	3,39	4,41	2,04	4,41	5,60
23	2,3	4,61	3,56	4,61	2,25	4,61	5,92
24	2,4	4,81	3,73	4,81	2,43	4,81	6,24
25	2,5	5,01	3,88	5,01	2,61	5,02	6,48
26	2,6	5,23	4,05	5,24	2,80	5,24	6,64
27	2,7	5,43	4,23	5,44	2,99	5,44	6,83
28	2,8	5,63	4,42	5,64	3,16	5,64	6,95
29	2,9	5,83	4,61	5,85	3,32	5,84	7,09
30	3,0	6,03	4,73	6,05	3,46	6,04	7,23
31	3,1	6,23	4,87	6,24	3,61	6,24	7,32
32	3,2	6,43	5,01	6,44	3,77	6,44	7,38
33	3,3	6,64	5,18	6,64	3,88	6,64	7,50
34	3,4	6,84	5,32	6,84	4,04	6,84	7,59
35	3,5	7,04	5,46	7,04	4,21	7,05	7,69
36	3,6	7,24	5,60	7,25	4,4	7,25	7,78
37	3,7	7,44	5,75	7,45	4,54	7,45	7,86
38	3,8	7,64	5,84	7,66	4,68	7,65	7,95
39	3,9	7,84	5,94	7,85	4,76	7,85	8,01
40	4,0	8,04	6,04	8,05	4,85	8,05	8,02
41	4,1	8,24	6,11	8,25	4,93	8,25	8,10
42	4,2	8,44	6,20	8,45	5,02	8,45	8,17
43	4,3	8,65	6,30	8,66	5,13	8,65	8,28
44	4,4	8,85	6,39	8,85	5,22	8,85	8,36
45	4,5	9,05	6,50	9,06	5,28	9,06	8,49
46	4,6	9,25	6,57	9,27	5,36	9,26	8,62
47	4,7	9,45	6,66	9,46	5,44	9,46	8,69
48	4,8	9,65	6,77	9,67	5,51	9,66	8,77
49	4,9	9,85	6,85	9,87	5,59	9,86	8,85

Elaborado por: Verónica Acosta

**TABLA C-6.** Informe de Datos de tres muestras, seleccionadas al azar de un conjunto de diez observaciones, para dureza (Día 3).

Fr. muestreo (10 puntos/Seg)	Tiempo (s)	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
		Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)
1	0,1	0,18	0,13	0,19	0,16	0,17	0,18
2	0,2	0,38	0,23	0,39	0,24	0,37	0,33
3	0,3	0,59	0,36	0,59	0,33	0,58	0,51
4	0,4	0,79	0,46	0,79	0,42	0,77	0,73
5	0,5	0,99	0,57	1,00	0,46	0,98	0,92
6	0,6	1,19	0,77	1,20	0,54	1,18	1,17
<i>Continúa...</i>							

7	0,7	1,39	0,96	1,4	0,66	1,38	1,39
8	0,8	1,59	1,15	1,6	0,76	1,59	1,60
9	0,9	1,79	1,34	1,8	0,86	1,79	1,75
10	1,0	1,99	1,58	2,0	0,98	1,99	1,96
11	1,1	2,19	1,82	2,20	1,17	2,18	2,24
12	1,2	2,39	2,08	2,40	1,32	2,38	2,59
13	1,3	2,6	2,32	2,60	1,50	2,58	2,89
14	1,4	2,8	2,58	2,81	1,72	2,78	3,18
15	1,5	3,0	2,85	3,01	1,97	2,98	3,42
16	1,6	3,2	3,10	3,21	2,21	3,18	3,68
17	1,7	3,4	3,36	3,41	2,42	3,39	3,89
18	1,8	3,6	3,64	3,61	2,70	3,59	4,13
19	1,9	3,8	3,96	3,81	2,94	3,79	4,33
20	2,0	4,0	4,26	4,01	3,17	3,99	4,47
21	2,1	4,2	4,55	4,21	3,42	4,19	4,60
22	2,2	4,4	4,81	4,41	3,69	4,39	4,70
23	2,3	4,61	5,14	4,61	3,94	4,59	4,82
24	2,4	4,81	5,43	4,81	4,16	4,79	4,98
25	2,5	5,01	5,73	5,02	4,39	4,99	5,15
26	2,6	5,23	6,14	5,24	4,64	5,21	5,37
27	2,7	5,42	6,52	5,44	4,79	5,42	5,56
28	2,8	5,63	6,85	5,64	4,99	5,63	5,73
29	2,9	5,83	7,20	5,84	5,20	5,82	5,92
30	3,0	6,03	7,55	6,04	5,39	6,02	6,16
31	3,1	6,23	7,82	6,24	5,57	6,22	6,38
32	3,2	6,42	8,10	6,44	5,73	6,43	6,58
33	3,3	6,64	8,40	6,64	5,87	6,62	6,74
34	3,4	6,84	8,68	6,85	6,01	6,83	6,93
35	3,5	7,04	8,94	7,05	6,13	7,02	7,10
36	3,6	7,24	9,13	7,25	6,25	7,23	7,23
37	3,7	7,44	9,36	7,45	6,37	7,43	7,36
38	3,8	7,64	9,56	7,65	6,52	7,63	7,50
39	3,9	7,84	9,75	7,85	6,62	7,83	7,66
40	4,0	8,04	9,92	8,05	6,73	8,03	7,78
41	4,1	8,23	10,14	8,25	6,84	8,23	7,92
42	4,2	8,44	10,36	8,45	6,91	8,43	8,08
43	4,3	8,64	10,57	8,65	7,00	8,63	8,23
44	4,4	8,85	10,73	8,86	7,11	8,83	8,41
45	4,5	9,05	10,92	9,06	7,22	9,03	8,60
46	4,6	9,25	11,09	9,26	7,32	9,23	8,80
47	4,7	9,45	11,27	9,46	7,39	9,43	9,00
48	4,8	9,65	11,44	9,66	7,47	9,64	9,16
49	4,9	9,85	11,64	9,86	7,53	9,85	9,33

Elaborado por: Verónica Acosta

## Pan de Trigo Importado (Control)

**TABLA C-7** Informe de Datos de tres muestras, seleccionadas al azar de un conjunto de diez observaciones, para dureza (Día 1).

Fr. muestreo (10 puntos/Seg)	Tiempo (s)	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
		Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)
1	0,1	0,18	0,15	0,21	0,16	0,19	0,10
2	0,2	0,39	0,27	0,40	0,21	0,39	0,15
3	0,3	0,59	0,38	0,60	0,27	0,59	0,19
4	0,4	0,79	0,42	0,81	0,33	0,79	0,23
5	0,5	0,99	0,48	1,00	0,40	1,00	0,30
6	0,6	1,19	0,59	1,21	0,45	1,20	0,39
7	0,7	1,39	0,71	1,41	0,54	1,40	0,45
8	0,8	1,59	0,81	1,62	0,61	1,60	0,57
9	0,9	1,80	0,92	1,82	0,71	1,80	0,71
10	1,0	1,99	1,03	2,02	0,79	2,00	0,85
11	1,1	2,20	1,12	2,22	0,87	2,20	0,99
12	1,2	2,40	1,21	2,42	0,96	2,40	1,14
13	1,3	2,60	1,30	2,62	1,04	2,60	1,29
14	1,4	2,80	1,39	2,82	1,14	2,81	1,43
15	1,5	3,01	1,49	3,02	1,23	3,01	1,59
16	1,6	3,20	1,61	3,23	1,29	3,22	1,73
17	1,7	3,40	1,71	3,43	1,38	3,41	1,87
18	1,8	3,60	1,83	3,63	1,46	3,61	2,02
19	1,9	3,81	1,94	3,83	1,54	3,81	2,18
20	2,0	4,0	2,02	4,03	1,64	4,01	2,36
21	2,1	4,2	2,14	4,23	1,72	4,21	2,54
22	2,2	4,41	2,25	4,43	1,79	4,41	2,7
23	2,3	4,62	2,33	4,63	1,87	4,61	2,86
24	2,4	4,82	2,40	4,83	1,93	4,81	3,02
25	2,5	5,01	2,48	5,03	2,01	5,03	3,19
26	2,6	5,23	2,57	5,26	2,08	5,24	3,31
27	2,7	5,43	2,64	5,46	2,14	5,45	3,45
28	2,8	5,63	2,71	5,66	2,22	5,64	3,57
29	2,9	5,84	2,79	5,86	2,28	5,85	3,67
30	3,0	6,03	2,87	6,06	2,34	6,05	3,72
31	3,1	6,24	2,95	6,26	2,42	6,24	3,77
32	3,2	6,45	3,01	6,46	2,49	6,45	3,82
33	3,3	6,65	3,08	6,66	2,53	6,64	3,85
34	3,4	6,85	3,15	6,86	2,58	6,85	3,88
35	3,5	7,05	3,19	7,06	2,64	7,06	3,97
<i>Continúa...</i>							

36	3,6	7,25	3,23	7,27	2,69	7,26	4,05
37	3,7	7,45	3,27	7,47	2,73	7,45	4,11
38	3,8	7,65	3,31	7,67	2,78	7,66	4,17
39	3,9	7,85	3,32	7,87	2,80	7,85	4,25
40	4,0	-	-	8,07	2,82	8,05	4,31
41	4,1	-	-	8,27	2,87	8,26	4,4
42	4,2	-	-	8,47	2,89	8,45	4,44
43	4,3	-	-	8,67	2,94	8,66	4,54
44	4,4	-	-	8,87	2,96	8,86	4,64
45	4,5	-	-	9,07	3,00	9,07	4,73
46	4,6	-	-	9,29	3,02	9,27	4,77
47	4,7	-	-	9,49	3,04	9,47	4,85
48	4,8	-	-	9,68	3,06	9,66	4,94
49	4,9	-	-	9,89	3,09	9,87	5,04

Elaborado por: Verónica Acosta

**TABLA C-8** Informe de Datos de tres muestras, seleccionadas al azar de un conjunto de diez observaciones, para dureza (Día 2).

Fr. muestreo (10 puntos/Seg)	Tiempo (s)	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
		Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)
1	0,1	0,20	0,10	0,18	0,09	0,18	0,14
2	0,2	0,40	0,15	0,38	0,15	0,38	0,23
3	0,3	0,59	0,21	0,58	0,23	0,58	0,34
4	0,4	0,80	0,29	0,78	0,32	0,78	0,43
5	0,5	1,01	0,41	0,98	0,41	1,0	0,51
6	0,6	1,21	0,47	1,18	0,45	1,19	0,62
7	0,7	1,41	0,56	1,38	0,56	1,39	0,74
8	0,8	1,61	0,68	1,59	0,67	1,59	0,83
9	0,9	1,81	0,78	1,79	0,76	1,79	0,94
10	1,0	2,01	0,90	1,99	0,88	2,0	1,05
11	1,1	2,21	1,03	2,19	1,00	2,20	1,17
12	1,2	2,41	1,19	2,39	1,12	2,39	1,27
13	1,3	2,61	1,30	2,59	1,24	2,60	1,40
14	1,4	2,81	1,45	2,79	1,35	2,80	1,53
15	1,5	3,02	1,63	2,99	1,46	3,01	1,65
16	1,6	3,22	1,77	3,19	1,60	3,21	1,78
17	1,7	3,42	1,88	3,39	1,69	3,40	1,91
18	1,8	3,62	2,04	3,60	1,82	3,60	2,05
19	1,9	3,82	2,19	3,80	1,94	3,80	2,15
20	2,0	4,02	2,34	4,00	2,08	4,00	2,28
<i>Continúa...</i>							

21	2,1	4,22	2,49	4,20	2,20	4,21	2,44
22	2,2	4,42	2,63	4,40	2,32	4,40	2,59
23	2,3	4,62	2,77	4,60	2,45	4,61	2,70
24	2,4	4,82	2,91	4,80	2,58	4,81	2,83
25	2,5	5,03	3,03	5,00	2,69	5,02	2,96
26	2,6	5,25	3,17	5,22	2,81	5,23	3,09
27	2,7	5,45	3,28	5,42	2,91	5,44	3,20
28	2,8	5,65	3,38	5,63	3,01	5,64	3,35
29	2,9	5,85	3,48	5,83	3,08	5,84	3,50
30	3,0	6,05	3,56	6,03	3,17	6,04	3,68
31	3,1	6,25	3,65	6,23	3,26	6,24	3,82
32	3,2	6,45	3,72	6,43	3,33	6,44	3,97
33	3,3	6,66	3,8	6,63	3,39	6,64	4,09
34	3,4	6,85	3,88	6,83	3,48	6,84	4,18
35	3,5	7,06	3,97	7,03	3,57	7,04	4,31
36	3,6	7,26	4,04	7,24	3,67	7,25	4,45
37	3,7	7,46	4,11	7,43	3,73	7,45	4,58
38	3,8	7,66	4,16	7,64	3,8	7,65	4,71
39	3,9	7,86	4,23	7,84	3,86	7,85	4,77
40	4,0	8,06	4,28	8,04	3,92	8,05	4,87
41	4,1	8,26	4,34	8,24	3,97	8,25	4,98
42	4,2	8,46	4,4	8,44	4,05	8,45	5,08
43	4,3	8,66	4,47	8,64	4,12	8,65	5,22
44	4,4	8,86	4,52	8,84	4,19	8,85	5,35
45	4,5	9,07	4,59	9,04	4,24	9,06	5,53
46	4,6	9,27	4,64	9,24	4,28	9,26	5,68
47	4,7	9,47	4,71	9,44	4,34	9,46	5,83
48	4,8	9,68	4,75	9,65	4,4	9,66	5,98
49	4,9	9,87	4,8	9,85	4,46	9,85	6,1

Elaborado por: Verónica Acosta

**TABLA C-9** Informe de Datos de tres muestras, seleccionadas al azar de un conjunto de diez observaciones, para dureza (Día 3).

Fr. muestreo (10 puntos/Seg)	Tiempo (s)	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
		Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)	Distancia (mm)	Carga (N)
1	0,1	0,18	0,12	0,18	0,15	0,19	0,17
2	0,2	0,38	0,20	0,37	0,25	0,39	0,26
3	0,3	0,58	0,28	0,58	0,40	0,58	0,36
4	0,4	0,78	0,36	0,78	0,45	0,79	0,42
5	0,5	0,98	0,45	0,98	0,56	1,00	0,49
<i>Continúa...</i>							



6	0,6	1,18	0,54	1,19	0,70	1,20	0,58
7	0,7	1,38	0,68	1,38	0,81	1,39	0,70
8	0,8	1,59	0,85	1,58	0,96	1,60	0,83
9	0,9	1,79	1,05	1,79	1,09	1,80	0,96
10	1,0	1,99	1,22	1,98	1,27	2,00	1,11
11	1,1	2,19	1,39	2,19	1,43	2,20	1,26
12	1,2	2,39	1,60	2,39	1,61	2,40	1,40
13	1,3	2,59	1,79	2,60	1,79	2,60	1,56
14	1,4	2,79	2,02	2,79	2,00	2,81	1,76
15	1,5	2,99	2,28	2,99	2,19	3,01	1,93
16	1,6	3,19	2,54	3,20	2,35	3,20	2,11
17	1,7	3,39	2,79	3,39	2,54	3,41	2,31
18	1,8	3,60	3,02	3,60	2,72	3,60	2,51
19	1,9	3,80	3,26	3,80	2,91	3,81	2,68
20	2,0	4,00	3,47	4,00	3,09	4,01	2,88
21	2,1	4,20	3,70	4,20	3,25	4,21	3,09
22	2,2	4,40	3,92	4,39	3,41	4,41	3,30
23	2,3	4,60	4,15	4,60	3,58	4,61	3,46
24	2,4	4,00	4,39	4,81	3,70	4,82	3,62
25	2,5	5,00	4,60	5,01	3,80	5,02	3,75
26	2,6	5,22	4,78	5,23	3,91	5,24	3,87
27	2,7	5,42	4,94	5,43	3,98	5,43	4,00
28	2,8	5,63	5,13	5,62	4,06	5,64	4,14
29	2,9	5,83	5,32	5,83	4,14	5,83	4,27
30	3,0	6,03	5,50	6,02	4,22	6,04	4,38
31	3,1	6,23	5,70	6,22	4,29	6,24	4,48
32	3,2	6,43	5,89	6,43	4,37	6,44	4,58
33	3,3	6,62	6,06	6,64	4,45	6,64	4,67
34	3,4	6,83	6,24	6,83	4,53	6,85	4,74
35	3,5	7,03	6,41	7,04	4,60	7,05	4,80
36	3,6	7,23	6,56	7,24	4,69	7,25	4,91
37	3,7	7,43	6,70	7,44	4,77	7,45	5,04
38	3,8	7,64	6,86	7,64	4,85	7,65	5,16
39	3,9	7,84	7,02	7,84	4,95	7,85	5,26
40	4,0	8,04	7,15	8,04	5,05	8,05	5,39
41	4,1	8,24	7,26	8,24	5,14	8,25	5,52
42	4,2	8,44	7,35	8,44	5,26	8,45	5,65
43	4,3	8,64	7,45	8,65	5,35	8,65	5,79
44	4,4	8,84	7,54	8,85	5,45	8,86	5,94
45	4,5	9,04	7,63	9,05	5,56	9,05	6,11
46	4,6	9,24	7,71	9,25	5,69	9,26	6,28
47	4,7	9,44	7,81	9,45	5,80	9,46	6,41
48	4,8	9,65	7,89	9,65	5,89	9,66	6,56
49	4,9	9,85	7,97	9,85	6,00	9,86	6,71

Elaborado por: Verónica Acosta

## DATOS PARA ESTABLECER REGRESIONES

### TRATAMIENTO 4

**TABLA C-10 Valores de 3 Observaciones Texturales “Dureza” en un grupo  
10 panes**

<i>Distancia (mm)</i> “x”	<i>Tiempo (Seg)</i> “x”	<i>Carga (Newton)</i>		
		“y1”	“y2”	“y3”
0,18	0,1	0,25	0,37	0,14
1,99	1,0	2,29	2,46	1,93
3,99	2,0	4,47	4,64	4,35
6,03	3,0	5,92	6,76	5,84
7,03	3,5	6,01	7,64	5,92
7,44	3,7	-	7,88	5,96
8,04	4,0	-	8,02	-
9,66	4,8	-	8,10	-

T4= Pan al 4% de Gluten

**Elaborado por:** Verónica Acosta

### TRATAMIENTO 5

**TABLA C-11 Valores de 3 Observaciones Texturales “Dureza” en un grupo  
10 panes**

<i>Distancia (mm)</i> “x”	<i>Tiempo (seg)</i> “x”	<i>Carga (Newton)</i>		
		“y1”	“y2”	“y3”
0,18	0,1	0,18	0,15	0,18
1,99	1,0	1,90	1,30	2,09
4,01	2,0	3,89	2,66	3,33
6,03	3,0	5,33	3,74	5,50
6,84	3,4	6,64	4,07	5,52
8,04	4,0	-	4,36	5,74
9,65	4,8	-	4,52	6,30
9,85	4,9	-	4,54	-

T5= Pan al 5% de Gluten

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## TRATAMIENTO CONTROL

**TABLA C-12** Valores de 3 Observaciones Texturales “Dureza” en un grupo  
10 panes

<i>Distancia (mm)</i>	<i>Tiempo (Seg)</i>	<i>Carga (Newton)</i>		
		<i>“y1”</i>	<i>“y2”</i>	<i>“y3”</i>
0,19	0,1	0,15	0,16	0,10
2	1,0	1,03	0,79	0,85
4,01	2,0	2,02	1,64	2,36
6,05	3,0	2,87	2,34	3,72
7,86	3,9	3,32	2,80	4,25
8,06	4,0	-	2,82	4,31
9,88	4,9	-	3,09	5,04

\* T0= Pan 100% harina de trigo importado CWRS

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## ESTABILIDAD DEL PAN EN EL TIEMPO

**TABLA C-13** Valores promedios de obserbaciones Texturales de pan, con respecto al tiempo de Almacenamiento. Mejores Tratamientos

<b>Tiempo (h)</b>	<b>Dureza (Newton)</b>		
	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>
24	6,69	5,49	3,82
48	7,80	7,10	5,12
72	9,76	9,50	6,89

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**TABLA C-14** Valores promedios de obserbaciones Texturales de pan, con respecto al tiempo de Almacenamiento. Mejores Tratamientos

<b>Tiempo (h)</b>	<b>Trabajo de Dureza Terminado (mJ)</b>		
	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>
24	45,83	35,43	22,53
48	43,03	39,57	27,13
72	52,03	49,50	36,70

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**TABLA C-15** Valores promedios de obserbaciones Texturales de pan, con respecto al tiempo de almacenamiento. Mejores Tratamientos

<b>Tiempo (h)</b>	<b>Deformación Recuperable (mm)</b>		
	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>
24	3,68	4,90	6,67
48	5,04	5,18	6,99
72	4,67	4,63	6,04

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**TABLA C-16** Valores promedios de obserbaciones Texturales de pan, con respecto al tiempo de almacenamiento. Mejores Tratamientos

<b>Tiempo (h)</b>	<b>Trabajo Total (mJ)</b>		
	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>
24	48,3	37,7	24,67
48	45,8	42,0	29,60
72	52,5	53,0	39,73

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**T4=** pan al 4% de Gluten

**T5=** pan al 5% de Gluten

**T0=** pan 100% harina de trigo importado CWRS.

# **ANEXO D**

---

## **RESULTADOS DE EVALUACIÓN TEXTURAL**

---

## Determinación de parámetros texturales en muestras de Pan al 1% de Gluten Vital

**Tabla D-1.** Informe de Resultados para pan (Tartamiento 1).

<b>Descripción Muestra</b>		<b>Notas:</b>	
Nombre Producto:	pan (T nacional )	Este Informe esta basado en los promedios de 10 observaciones calculadas, las cuales pertenecen a pan elaborado a partir de harina de Trigo nacional previamente aditivada y con adición del 1% de Gluten Vital	
Nº lote:	1		
Nº muestra:	10 Observaciones		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10 mm		
Anchura:	0 mm		
Altura:	25 mm		
<b>Método Test</b>			
Fecha:	19/05/2013	Hora:	16:29:20
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pre test:	2 mm/s
Carga Activación:	0,05 N	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	1	Celda Carga:	10000g
<b>Resultados</b>			
Ciclo 1 Dureza:		13,04 N	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:		76,84 mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:		3,90 mm	

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## Determinación de parámetros texturales en muestras de Pan al 2% de Gluten Vital

**Tabla D-2.** Informe de Resultados para pan (Tartamiento 2).

<b>Descripción Muestra</b>		<b>Notas:</b>	
Nombre Producto:	pan (T nacional )	Este Informe esta basado en los promedios de 10 observaciones calculadas, las cuales pertenecen a pan elaborado a partir de harina de Trigo nacional previamente aditivada y con adición del 2% de Gluten Vital	
Nº lote:	2		
Nº muestra:	10 Observaciones		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10 mm		
Anchura:	0 mm		
Altura:	25 mm		
<b>Método Test</b>			
Fecha:	19/05/2013	Hora:	16:29:20
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pre test:	2 mm/s
Carga Activación:	0,05 N	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	1	Celda Carga:	10000g
<b>Resultados</b>			
Ciclo 1 Dureza:		11,32 N	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:		65,44 mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:		3,54 mm	

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## Determinación de parámetros texturales en muestras de Pan al 3% de Gluten Vital

**Tabla D-3.** Informe de Resultados para pan (Tartamiento 3).

<b>Descripción Muestra</b>		<b>Notas:</b>	
Nombre Producto:	pan (T nacional )	Este Informe esta basado en los promedios de 10 observaciones calculadas, las cuales pertenecen a pan elaborado a partir de harina de Trigo nacional previamente aditivada y con adición del 3% de Gluten Vital	
Nº lote:	3		
Nº muestra:	10 Observaciones		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10 mm		
Anchura:	0 mm		
Altura:	25 mm		
<b>Método Test</b>			
Fecha:	19/05/2013	Hora:	16:29:20
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pre test:	2 mm/s
Carga Activación:	0,05 N	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	1	Celda Carga:	10000g
<b>Resultados</b>			
Ciclo 1 Dureza:	9,22 N		
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	56,05 mJ		
Ciclo 1 Deformación Recuperable:	4,35 mm		

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Elaborado por:** Verónica Acosta



## Determinación de parámetros texturales en muestras de Pan al 4% de Gluten Vital

**Tabla D-4.** Informe de Resultados para pan (Tartamiento 4).

<b>Descripción Muestra</b>		<b>Notas:</b>	
Nombre Producto:	pan (T nacional )	Este Informe esta basado en los promedios de 10 observaciones calculadas, las cuales pertenecen a pan elaborado a partir de harina de Trigo nacional previamente aditivada y con adición del 4% de Gluten Vital	
Nº lote:	4		
Nº muestra:	10 Observaciones		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10 mm		
Anchura:	0 mm		
Altura:	25 mm		
<b>Método Test</b>			
Fecha:	19/05/2013	Hora:	16:29:20
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pre test:	2 mm/s
Carga Activación:	0,05 N	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	1	Celda Carga:	10000g
<b>Resultados</b>			
Ciclo 1 Dureza:		6,24 N	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:		43,26 mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:		3,43 mm	

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## Determinación de parámetros texturales en muestras de Pan al 5% de Gluten Vital

**Tabla D-5.** Informe de Resultados para pan (Tartamiento 5).

<b>Descripción Muestra</b>		<b>Notas:</b>	
Nombre Producto:	pan (T nacional )	Este Informe esta basado en los promedios de 10 observaciones calculadas, las cuales pertenecen a pan elaborado a partir de harina de Trigo nacional previamente aditivada y con adición del 5% de Gluten Vital	
Nº lote:	5		
Nº muestra:	10 Ob		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10 mm		
Anchura:	0 mm		
Altura:	25 mm		
<b>Método Test</b>			
Fecha:	19/05/2013	Hora:	16:29:20
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pre test:	2 mm/s
Carga Activación:	0,05 N	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	1	Celda Carga:	10000g
<b>Resultados</b>			
Ciclo 1 Dureza:		5,16 N	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:		31,93 mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:		5,26 mm	

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Determinación de parámetros texturales en muestras de Pan  
100 % harina de trigo Importado**

**Tabla D-6.** Informe de Resultados para pan (Tartamiento Control).

<b>Descripción Muestra</b>		<b>Notas:</b>	
Nombre Producto:	pan (T Importado )	Este Informe esta basado en los promedios de 10 observaciones calculadas, las cuales pertenecen a pan elaborado a partir de harina de Trigo Importado 100% (Molino Miraflores)	
Nº lote:	6		
Nº muestra:	10 Ob		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10 mm		
Anchura:	0 mm		
Altura:	25 mm		
<b>Método Test</b>			
Fecha:	19/05/2013	Hora:	16:29:20
Tipo de Test:	Compresión	Tpo. Recuperación:	8 s
Objetivo:	10 mm	Mismo activador:	Exacto
Esperar t.:	10 s	Velocidad Pre test:	2 mm/s
Carga Activación:	0,05 N	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA4/1000
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Contador ciclos:	1	Celda Carga:	10000g
<b>Resultados</b>			
Ciclo 1 Dureza:		4,10 N	
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:		26,06 mJ	
Ciclo 1 Deformación Recuperable:		4,79 mm	

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## Cambios Texturales del pan durante el tiempo de almacenamiento

**Tabla D-7.** Informe de Resultados para mejores tratamientos de pan (Día 1).

<b>Descripción Muestra</b>		<b>Notas:</b>	
Nombre Producto:	Pan	Este Informe esta basado en las muestras seleccionadas al azar de las 10 observaciones calculadas, Mediante el equipo Texturómetro las cuales se registran, a través de un software instalado en el computador y se representan como resultado de las evaluaciones texturales de los mejores tratamientos y el T (control).	
Nº lote:	4, 5 y 6		
Nº muestra:	aleatorizadas		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10 mm		
Anchura:	0 mm		
Altura:	25 mm		
<b>Método Test</b>		Hora:	14:30:30
Fecha:	21/05/2013	Tpo. Recuperación:	8 s
Tipo de Test:	Compresión	Mismo activador:	Exacto
Objetivo:	10 mm	Velocidad Pre test:	2 mm/s
Esperar t.:	10 s		10 puntos/seg
Carga Activación:	0,05 N	Fr. Muestreo:	TA4/1000
Vel. Test:	2 mm/s	Sonda:	TA-BT-KI
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Elemento:	10000g
Contador ciclos:	1	Celda Carga:	
<b>Resultados</b>			
	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m3</b>
Ciclo 1 (T4) Dureza:	6,01 N	8,10 N	5,96 N
Ciclo 1 (T4) Trabajo Dureza terminado:	43,3 mJ	52,4 mJ	41,8 mJ
Ciclo 1 (T4) Deformación Recuperable:	3,34 mm	4,55 mm	3,14 mm
Ciclo 1 (T4) Trabajo Total	44,9 mJ	55,9 mJ	44,0 mJ
	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m3</b>
Ciclo 1 (T5) Dureza:	5,64 N	4,54 N	6,30 N
Ciclo 1 (T5) Trabajo Dureza terminado:	38,4 mJ	28,8 mJ	39,1 mJ
Ciclo 1 (T5) Deformación Recuperable:	6 mm	5,6 mm	3,14 mm
Ciclo 1 (T5) Trabajo Total	40,8 mJ	31,3 mJ	40,9 mJ
	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m3</b>
Ciclo 1 (T0) Dureza:	3,32 N	3,09 N	5,04 N
Ciclo 1 (T0) Trabajo Dureza terminado:	21,9 mJ	18,3 mJ	27,4 mJ
Ciclo 1 (T0) Deformación Recuperable:	6,57 mm	6,23 mm	7,21 mm
Ciclo 1 (T0) Trabajo Total	24,1 mJ	20,2 mJ	29,7 mJ

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## Cambios Texturales del pan durante el tiempo de almacenamiento

**Tabla D-8.** Informe de Resultados para mejores tratamientos de pan (Día 2).

<b>Descripción Muestra</b>		<b>Notas:</b>	
Nombre Producto:	Pan	Este Informe esta basado en las muestras seleccionadas al azar de las 10 observaciones calculadas, Mediante el equipo Texturómetro las cuales se registran, a través de un software instalado en el computador y se representan como resultado de las evaluaciones texturales de los mejores tratamientos y el T (control).	
Nº lote:	4, 5 y 6		
Nº muestra:	aleatorizadas		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10 mm		
Anchura:	0 mm		
Altura:	25 mm		
<b>Método Test</b>		Hora:	14:30:30
Fecha:	21/05/2013	Tpo. Recuperación:	8 s
Tipo de Test:	Compresión	Mismo activador:	Exacto
Objetivo:	10 mm	Velocidad Pre test:	2 mm/s
Esperar t.:	10 s	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Carga Activación:	0,05 N	Sonda:	TA4/1000
Vel. Test:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Celda Carga:	10000g
Contador ciclos:	1		
<b>Resultados</b>			
	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m3</b>
Ciclo 1 (T4) Dureza:	7,34 N	8,91 N	5,96 N
Ciclo 1 (T4) Trabajo Dureza terminado:	38 mJ	40,8 mJ	41,8 mJ
Ciclo 1 (T4) Deformación Recuperable:	6,21mm	4,95 mm	3,14 mm
Ciclo 1 (T4) Trabajo Total	41mJ	43,8 mJ	52,6 mJ
	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m3</b>
Ciclo 1 (T5) Dureza:	6,85 N	5,59 N	8,85 N
Ciclo 1 (T5) Trabajo Dureza terminado:	37,3 mJ	27,2 mJ	54,2 mJ
Ciclo 1 (T5) Deformación Recuperable:	4,96 mm	7,41 mm	3,16 mm
Ciclo 1 (T5) Trabajo Total	40,1 mJ	29,5 mJ	56,3 mJ
	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m3</b>
Ciclo 1 (T0) Dureza:	4,80 N	4,46 N	6,10 N
Ciclo 1 (T0) Trabajo Dureza terminado:	26,9 mJ	24,6 mJ	29,9 mJ
Ciclo 1 (T0) Deformación Recuperable:	7,19 mm	6,4 mm	7,39 mm
Ciclo 1 (T0) Trabajo Total	29,7 mJ	26,7 mJ	32,4 mJ

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## Cambios Texturales del pan durante el tiempo de almacenamiento

**Tabla D-9.** Informe de Resultados para mejores tratamientos de pan (Día 3).

<b>Descripción Muestra</b>		<b>Notas:</b>	
Nombre Producto:	Pan	Este Informe esta basado en las muestras seleccionadas al azar de las 10 observaciones calculadas, Mediante el equipo Texturómetro las cuales se registran, a través de un software instalado en el computador y se representan como resultado de las evaluaciones texturales de los mejores tratamientos y el T (control).	
Nº lote:	4, 5 y 6		
Nº muestra:	aleatorizadas		
Dimensiones:			
Forma:	Cilindro		
Longitud:	10 mm		
Anchura:	0 mm		
Altura:	25 mm		
<b>Método Test</b>		Hora:	14:30:30
Fecha:	21/05/2013	Tpo. Recuperación:	8 s
Tipo de Test:	Compresión	Mismo activador:	Exacto
Objetivo:	10 mm	Velocidad Pre test:	2 mm/s
Esperar t.:	10 s	Fr. Muestreo:	10 puntos/seg
Carga Activación:	0,05 N	Sonda:	TA4/1000
Vel. Test:	2 mm/s	Elemento:	TA-BT-KI
Velocidad Vuelta:	2 mm/s	Celda Carga:	10000g
Contador ciclos:	1		
<b>Resultados</b>			
	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m4</b>
Ciclo 1 (T4) Dureza:	8,86 N	11,86 N	8,55 N
Ciclo 1 (T4) Trabajo Dureza terminado:	42,9 mJ	50,2 mJ	63 mJ
Ciclo 1 (T4) Deformación Recuperable:	4,75 mm	5,32 mm	3,94 mm
Ciclo 1 (T4) Trabajo Total	46 mJ	54,1 mJ	64,5 mJ
	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m6</b>
Ciclo 1 (T5) Dureza:	11,64 N	9,84 N	9,33 N
Ciclo 1 (T5) Trabajo Dureza terminado:	58,1 mJ	53,6 mJ	50,3 mJ
Ciclo 1 (T5) Deformación Recuperable:	5,57 mm	5,75 mm	2,93 mm
Ciclo 1 (T5) Trabajo Total	62,6 mJ	58,2 mJ	52,6 mJ
	<b>m7</b>	<b>m9</b>	<b>m10</b>
Ciclo 1 (T0) Dureza:	7,97 N	6 N	6,71 N
Ciclo 1 (T0) Trabajo Dureza terminado:	42,6 mJ	33,3 mJ	34,2 mJ
Ciclo 1 (T0) Deformación Recuperable:	5,34 mm	5,98 mm	6,79 mm
Ciclo 1 (T0) Trabajo Total	46,2 mJ	36 mJ	37 mJ

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**TABLA D-10: Resumen de valores de la variación de la textura del pan en el Tiempo de almacenamiento**

Análisis			Dureza (N)			TDT (mJ)			DR (mm)			Trabajo Total (mJ)		
			m1	m2	m4	m1	m2	m4	m1	m2	m4	m1	m2	m4
T4	Pan al 4% Gluten	Día 1 24 horas	6,01	8,10	5,96	43,3	52,4	41,8	3,34	4,55	3,14	44,9	55,9	44,0
		Día 2 48 Horas	7,34	8,91	7,15	38,0	40,8	50,3	6,21	4,95	3,95	41,0	43,8	52,6
		Día 3 72 Horas	8,86	11,86	8,55	42,9	50,2	63,0	4,75	5,32	3,94	46,0	54,1	65,5
<b>Muestras</b>			<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m6</b>	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m6</b>	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m6</b>	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>m6</b>
T5	Pan al 5% Gluten	Día 1 24 horas	5,64	4,54	6,30	38,4	28,8	39,1	6,00	5,56	3,14	40,8	31,3	40,9
		Día 2 48 Horas	6,85	5,59	8,85	37,3	27,2	54,2	4,96	7,41	3,16	40,1	29,5	56,3
		Día 3 72 Horas	11,64	7,53	9,33	58,1	40,1	50,3	5,57	5,38	2,93	62,6	43,7	52,6
<b>Muestras</b>			<b>m7</b>	<b>m9</b>	<b>m10</b>	<b>m7</b>	<b>m9</b>	<b>m10</b>	<b>m7</b>	<b>m9</b>	<b>m10</b>	<b>m7</b>	<b>m9</b>	<b>m10</b>
Control	Pan Trigo Importado	Día 1 24 horas	3,32	3,09	5,04	21,9	18,3	27,4	6,57	6,23	7,21	24,1	20,2	29,7
		Día 2 48 Horas	4,80	4,46	6,10	26,9	24,6	29,9	7,19	6,40	7,39	29,7	26,7	32,4
		Día 3 72 Horas	7,97	6,00	6,71	42,6	33,3	34,2	5,34	5,98	6,79	46,2	36,0	37,0

**Elaborado por:** Verónica Acosta

# **ANEXO E**

---

## **RESULTADOS EXPERIMENTALES**

---



## TEXTURA DE PAN

**TABLA E-1: Valores Experimentales de Dureza en Pan: Todos los tratamientos**

Observaciones	TRATAMIENTOS (Dureza en Newton)						Yj
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	13,91	10,57	10,18	6,01	5,64	4,07	50,38
2	13,26	10,74	8,08	8,10	4,54	2,93	47,65
3	12,17	12,08	7,59	6,31	5,08	3,58	46,81
4	13,66	11,50	10,14	5,96	5,90	5,82	52,98
5	11,93	10,27	9,34	6,43	4,16	3,66	45,79
6	12,76	12,64	8,58	5,68	6,30	4,89	50,85
7	11,99	11,82	9,59	7,20	6,41	3,32	50,33
8	13,46	10,30	9,57	5,03	4,10	4,61	47,07
9	13,62	11,85	9,16	4,96	4,78	3,09	47,46
10	13,63	11,43	9,96	6,76	4,69	5,04	51,51
<b>Y.j</b>	<b>130,39</b>	<b>113,20</b>	<b>92,19</b>	<b>62,44</b>	<b>51,60</b>	<b>41,01</b>	<b>490,83</b>
<b>Promedio</b>	<b>13,04<sup>e</sup></b>	<b>11,32<sup>d</sup></b>	<b>9,22<sup>c</sup></b>	<b>6,24<sup>b</sup></b>	<b>5,16<sup>ab</sup></b>	<b>4,10<sup>a</sup></b>	

T1 = pan al 1% de Gluten

T2 = pan al 2% de Gluten

T3 = pan al 3% de Gluten

T4 = pan al 4% de Gluten

T5 = pan al 5% de Gluten

T6/T0 = pan Trigo Importado

**Elaborado por:** Verónica Acosta

\*b = Observaciones

\*k= Tratamientos

**TABLA E-2: Valores Experimentales de Trabajo de Dureza Terminado en Pan: Todos los tratamientos**

Observaciones	TRATAMIENTOS (Trabajo de Dureza Terminado en mJ)						Yj
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	66,40	70,30	66,60	43,30	38,40	26,00	311,00
2	91,08	65,20	53,20	52,40	28,80	19,70	310,38
3	63,90	94,30	44,10	38,40	33,10	27,40	301,20
4	104,50	58,50	54,70	41,80	40,60	36,50	336,60
5	69,00	50,40	64,30	47,50	9,40	25,80	266,40
6	61,50	84,90	56,20	41,30	39,10	30,90	313,90
7	71,10	55,80	63,40	50,10	40,60	21,90	302,90
8	66,00	55,80	52,10	35,00	26,40	26,70	262,00
9	85,60	57,80	54,40	36,90	33,30	18,30	286,30
10	89,30	61,40	51,50	45,90	29,60	27,40	305,10
<b>Y.j</b>	<b>768,38</b>	<b>654,40</b>	<b>560,5</b>	<b>432,60</b>	<b>319,30</b>	<b>260,60</b>	<b>2995,78</b>
<b>Promedio</b>	<b>76,84<sup>e</sup></b>	<b>65,44<sup>de</sup></b>	<b>56,05<sup>cd</sup></b>	<b>43,26<sup>bc</sup></b>	<b>31,93<sup>ab</sup></b>	<b>26,06<sup>a</sup></b>	

T1 = pan al 1% de Gluten  
T2 = pan al 2% de Gluten

T3 = pan al 3% de Gluten  
T4 = pan al 4% de Gluten

T5 = pan al 5% de Gluten  
T6/T0 = pan Trigo Importado

**Elaborado por:** Verónica Acosta

\*b = Observaciones  
\*k= Tratamientos

**TABLA E-3: Valores Experimentales de Deformación Recuperable en Pan: Todos los tratamientos**

Observaciones	TRATAMIENTOS (Deformación Recuperable en mm)						Yj
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	5,33	4,55	3,74	3,34	6,00	4,97	27,93
2	3,93	5,52	3,73	4,55	5,56	6,78	30,07
3	3,74	4,55	2,32	3,14	5,55	4,55	23,85
4	4,75	4,34	4,16	3,14	2,74	2,34	21,47
5	3,94	2,13	4,74	1,94	2,72	3,94	19,41
6	4,11	1,55	5,17	1,33	3,14	2,55	17,85
7	3,93	3,34	6,19	4,54	7,21	6,57	31,78
8	3,10	3,32	5,35	1,95	7,58	2,76	24,06
9	3,51	2,54	5,34	2,94	4,36	6,23	24,92
10	2,70	3,54	2,71	7,38	7,69	7,21	31,23
<b>Y.j</b>	<b>39,04</b>	<b>35,38</b>	<b>43,45</b>	<b>34,25</b>	<b>52,55</b>	<b>47,90</b>	<b>252,57</b>
<b>Promedio</b>	<b>3,90<sup>a</sup></b>	<b>3,54<sup>a</sup></b>	<b>4,35<sup>a</sup></b>	<b>3,43<sup>a</sup></b>	<b>5,26<sup>a</sup></b>	<b>4,79<sup>a</sup></b>	

T1 = pan al 1% de Gluten  
T2 = pan al 2% de Gluten

T3 = pan al 3% de Gluten  
T4 = pan al 4% de Gluten

T5 = pan al 5% de Gluten  
T6/T0 = pan Trigo Importado

**Elaborado por:** Verónica Acosta

\*b = Observaciones  
\*k= Tratamientos

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

## EVALUACIÓN SENSORIAL

**Tabla E-4.** Valoración organoléptica del color de corteza de pan, tratamiento 4, 5 y control (sobre 5 puntos). Promedios de dos replicaciones

<b>Catadores</b>	<b>Color de la Corteza</b>		
	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>
1	2,5	3,5	4,0
2	3,0	3,0	4,0
3	3,0	3,5	3,5
4	2,0	2,5	4,5
5	2,5	3,0	3,0
6	2,0	3,5	2,0
7	4,0	4,0	5,0
8	3,0	3,5	4,5
9	2,5	3,5	4,0
10	3,5	3,5	3,5
11	2,5	3,0	5,0
12	3,0	4,0	3,0
13	3,5	4,5	5,0
14	1,5	2,5	3,5
15	3,5	3,5	4,5
16	1,5	3,0	3,0
17	1,5	3,0	3,5
18	2,5	3,0	3,5
19	2,5	3,0	4,0
20	2,0	3,5	4,5
21	2,0	3,0	3,0
22	2,5	3,5	4,0
23	3,0	2,0	3,5
24	2,0	3,5	4,0
25	1,0	3,5	4,5
26	1,5	2,0	3,5
27	2,5	2,5	3,5
28	2,5	2,5	4,0
29	2,5	2,5	3,0
30	3,5	3,0	3,0
<b>Media</b>	<b>2,50<sup>c</sup></b>	<b>3,15<sup>b</sup></b>	<b>3,78<sup>a</sup></b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

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

**Tabla E-5.** Valoración organoléptica de la Apariencia de la Miga de pan, tratamiento 4, 5 y control (sobre 5 puntos). Promedios de dos replicaciones

<b>Catadores</b>	<b>Apariencia de la Miga</b>		
	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>
1	3,5	2,5	2,5
2	3,5	3,5	2,0
3	4,0	2,5	2,5
4	4,0	3,5	2,5
5	3,5	3,0	1,5
6	4,0	3,5	2,0
7	4,5	3,5	3,0
8	2,5	2,0	2,0
9	1,5	1,5	1,5
10	3,0	2,5	1,5
11	5,0	3,0	2,5
12	4,0	3,0	2,0
13	3,0	2,5	2,0
14	3,5	3,0	2,0
15	4,0	3,5	2,5
16	3,0	3,0	2,0
17	2,5	1,5	1,0
18	3,0	3,5	1,5
19	3,0	2,5	1,5
20	4,5	3,5	1,5
21	3,5	3,5	2,0
22	3,0	2,5	2,5
23	3,0	3,0	3,5
24	4,0	3,5	3,0
25	4,0	3,5	2,0
26	3,0	2,5	2,5
27	3,0	2,0	1,5
28	4,5	3,0	2,5
29	3,5	2,5	2,0
30	3,0	3,0	1,0
<b>Media</b>	<b>3,47<sup>c</sup></b>	<b>2,87<sup>b</sup></b>	<b>2,07<sup>a</sup></b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

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

**Tabla E-6.** Valoración organoléptica de Friabilidad, tratamiento 4, 5 y control (sobre 5 puntos). Promedios de dos replicaciones

<b>Catadores</b>	<b>Friabilidad</b>		
	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>
1	3,0	3,5	2,0
2	2,0	3,0	2,5
3	3,0	3,0	3,5
4	3,5	3,0	2,5
5	2,0	2,5	2,5
6	2,0	2,5	3,0
7	2,5	4,0	4,0
8	2,5	3,0	3,5
9	3,5	4,0	3,5
10	3,5	3,0	3,0
11	5,0	3,5	4,0
12	3,0	3,5	3,0
13	2,5	3,0	4,5
14	2,0	3,0	2,0
15	2,5	2,5	2,5
16	4,0	3,5	3,0
17	3,5	3,0	3,0
18	1,5	3,5	3,5
19	4,5	4,0	3,5
20	3,0	3,0	3,0
21	5,0	4,5	4,5
22	3,5	3,5	2,5
23	3,5	3,0	3,0
24	4,0	3,0	3,0
25	4,0	3,5	3,0
26	2,5	2,5	2,0
27	3,5	3,0	2,5
28	3,0	2,5	2,5
29	2,5	3,0	3,0
30	3,0	3,5	4,0
<b>Media</b>	<b>3,12<sup>a</sup></b>	<b>3,20<sup>a</sup></b>	<b>3,07<sup>a</sup></b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

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

**Tabla E-7.** Valoración organoléptica de Textura, tratamiento 4, 5 y control (sobre 5 puntos). Promedios de dos replicaciones

<b>Catadores</b>	<b>Textura</b>		
	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>
1	4,0	4,5	3,5
2	3,0	3,0	3,0
3	4,0	3,5	3,0
4	3,0	3,5	3,5
5	3,0	2,0	2,5
6	3,0	2,0	3,0
7	3,0	4,0	3,5
8	4,0	4,0	3,5
9	1,5	2,0	3,0
10	3,5	3,5	4,0
11	2,0	3,0	3,0
12	3,0	3,5	3,5
13	3,0	3,5	2,5
14	3,5	3,5	3,0
15	2,0	2,5	4,0
16	2,5	2,5	3,0
17	2,5	2,5	3,0
18	2,0	2,0	3,0
19	2,0	2,5	3,5
20	1,5	3,0	3,0
21	2,0	3,0	3,0
22	3,0	3,5	3,0
23	3,0	3,5	2,5
24	3,0	3,0	3,5
25	2,5	2,5	3,5
26	2,5	2,5	3,0
27	2,5	3,5	3,5
28	3,0	3,5	3,5
29	2,5	2,5	3,0
30	3,0	3,5	3,5
<b>Media</b>	<b>2,77<sup>b</sup></b>	<b>3,05<sup>a</sup></b>	<b>3,20<sup>a</sup></b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

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

**Tabla E-8.** Valoración organoléptica de Sabor, tratamiento 4, 5 y control (sobre 5 puntos). Promedios de dos replicaciones

<b>Catadores</b>	<b>Sabor</b>		
	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>
1	3,5	3,5	4,5
2	3,0	3,0	4,5
3	2,5	4,5	3,5
4	3,0	4,5	5,0
5	4,0	3,0	3,0
6	3,5	4,0	4,5
7	3,0	3,5	5,0
8	3,5	4,0	4,5
9	4,5	4,5	4,5
10	2,5	4,0	4,5
11	3,5	4,0	5,0
12	3,0	4,5	4,5
13	3,5	4,0	4,0
14	2,0	3,5	4,0
15	3,0	4,5	4,5
16	2,0	3,0	3,0
17	3,5	5,0	4,5
18	3,0	3,5	4,5
19	4,0	4,0	5,0
20	2,5	3,5	4,5
21	4,0	4,5	5,0
22	3,5	4,0	4,0
23	3,5	4,0	4,5
24	3,5	5,0	4,5
25	3,0	4,5	5,0
26	2,5	3,5	4,5
27	3,0	4,5	5,0
28	3,0	3,0	4,0
29	3,0	2,5	4,0
30	3,5	3,0	3,5
<b>Media</b>	<b>3,18<sup>c</sup></b>	<b>3,88<sup>b</sup></b>	<b>4,37<sup>a</sup></b>

**Elaborado por:** Verónica Acosta

**T4=** Pan al 4% de Gluten

**T5=** Pan al 4% de Gluten

**T0=** Pan 100% harina de trigo nacional

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



# **ANEXO F**

---

## **VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

---

## MEDIDA INSTRUMENTAL DE TEXTURA EN PAN

**Tabla F-1.** Valores promedios para Textura Instrumental

<b>Parámetros</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>						<b>Prob</b>	<b>Desición</b>
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>		
Dureza	13,04 <sup>e</sup>	11,32 <sup>d</sup>	9,22 <sup>c</sup>	6,24 <sup>b</sup>	5,16 <sup>ab</sup>	4,10 <sup>a</sup>	0,0000	rechazo
TDT	76,84 <sup>e</sup>	65,44 <sup>de</sup>	56,05 <sup>cd</sup>	43,26 <sup>bc</sup>	31,93 <sup>ab</sup>	26,06 <sup>a</sup>	0,0000	rechazo
DR	3,90 <sup>a</sup>	3,54 <sup>a</sup>	4,35 <sup>a</sup>	3,43 <sup>a</sup>	5,26 <sup>a</sup>	4,79 <sup>a</sup>	0,0354	acepto

Muestras con Harina de Trigo Nacional (T1, T2, T3, T4, T5). Muestras con Harina de Trigo Importado (T0)

**Elaborado por:** Verónica Acosta

## CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS EN PAN

**Tabla F-2.** Valores promedios para características sensoriales

<b>Carácteísticas</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>			<b>Probabilidad</b>	<b>Desición</b>
	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T0</b>		
Color de la Corteza	2,50 <sup>c</sup>	3,15 <sup>b</sup>	3,78 <sup>a</sup>	0,0000	rechazo
Apariencia de la Miga	3,47 <sup>c</sup>	2,87 <sup>b</sup>	2,07 <sup>a</sup>	0,0000	rechazo
Friabilidad	3,12 <sup>a</sup>	3,20 <sup>a</sup>	3,07 <sup>a</sup>	0,6262	acepto
Sabor	3,18 <sup>c</sup>	3,88 <sup>b</sup>	4,37 <sup>a</sup>	0,0000	rechazo
Textura	2,77 <sup>b</sup>	3,05 <sup>a</sup>	3,20 <sup>a</sup>	0,0021	rechazo

Muestras con Harina de Trigo Nacional (T4 y T5). Muestra con Harina de Trigo Importado (T0)

**Elaborado por:** Verónica Acosta

Promedios con letras diferentes de un total de 10 observaciones difieren estadísticamente ( $\alpha=0,05$ ) de acuerdo a la prueba de Tukey y Dunnet.

# **ANEXO G**

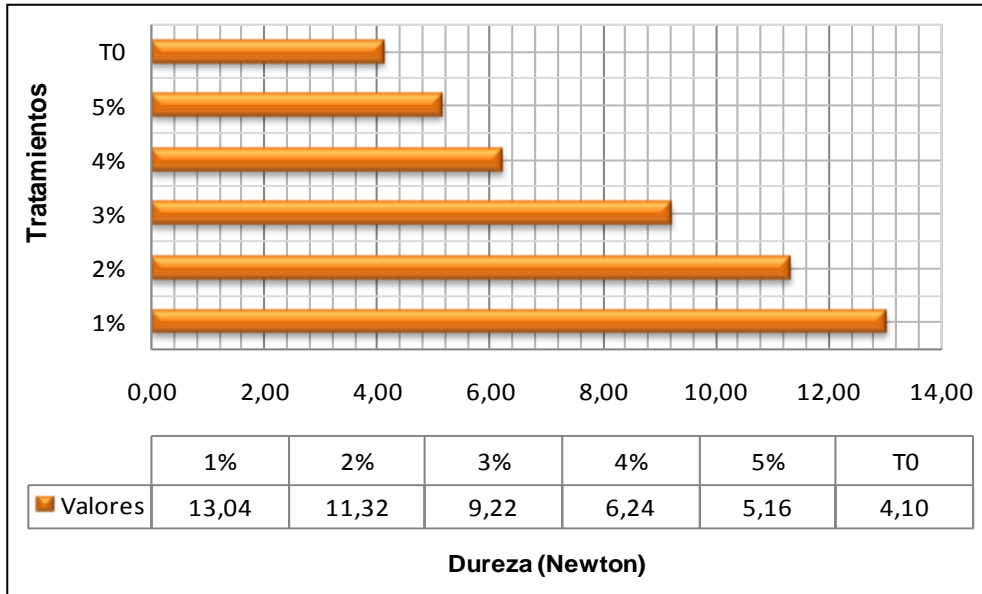
---

# **GRAFICOS**

---

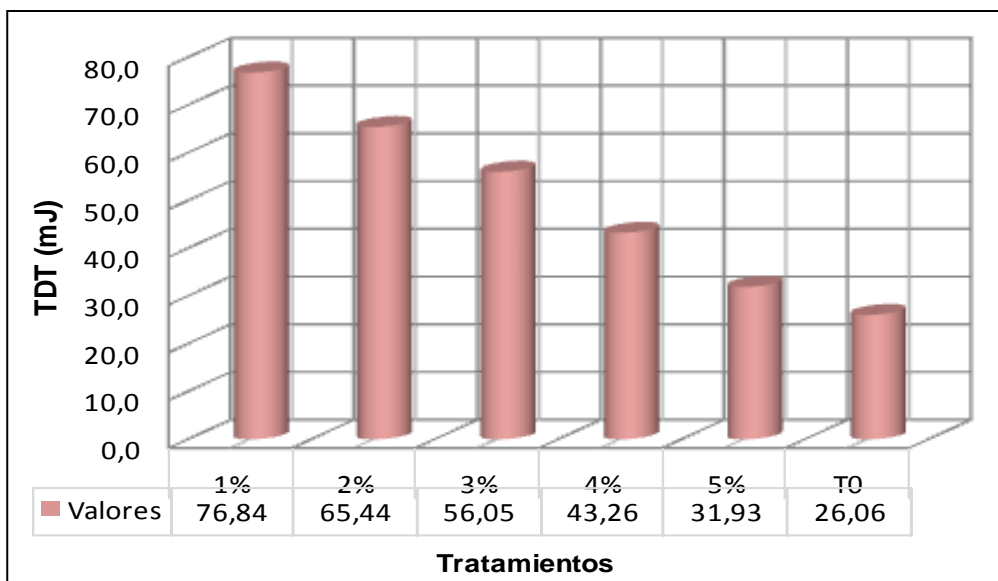
## VISIÓN GENERAL DE LA TEXTURA DEL PAN EN TODOS LOS TRATAMIENTOS

**Grafico G-1.** Resultados promedio de dureza para muestras de pan



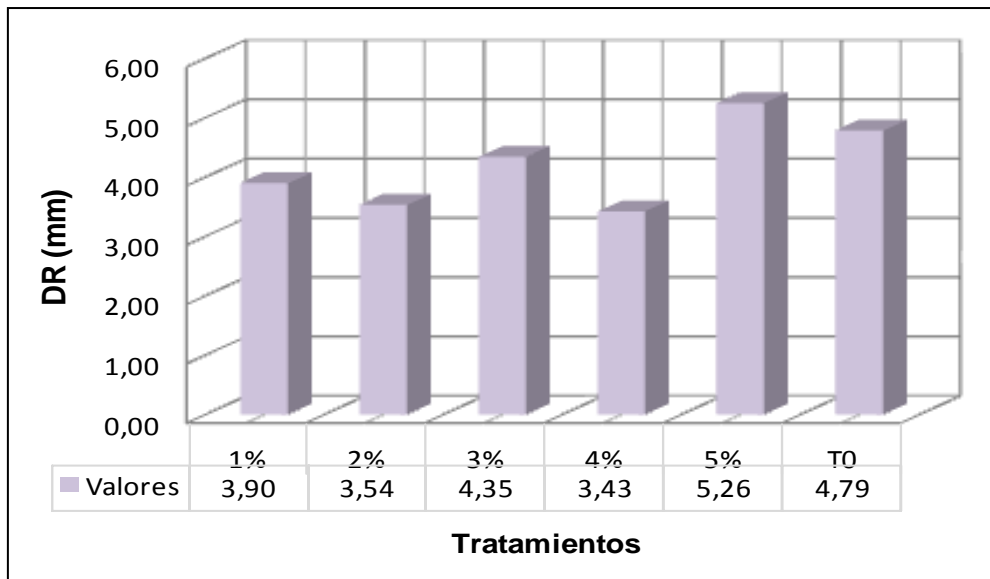
**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Grafico G-2.** Resultados promedio de Trabajo de Dureza Terminado, para muestras de pan



**Elaborado por:** Verónica Acosta

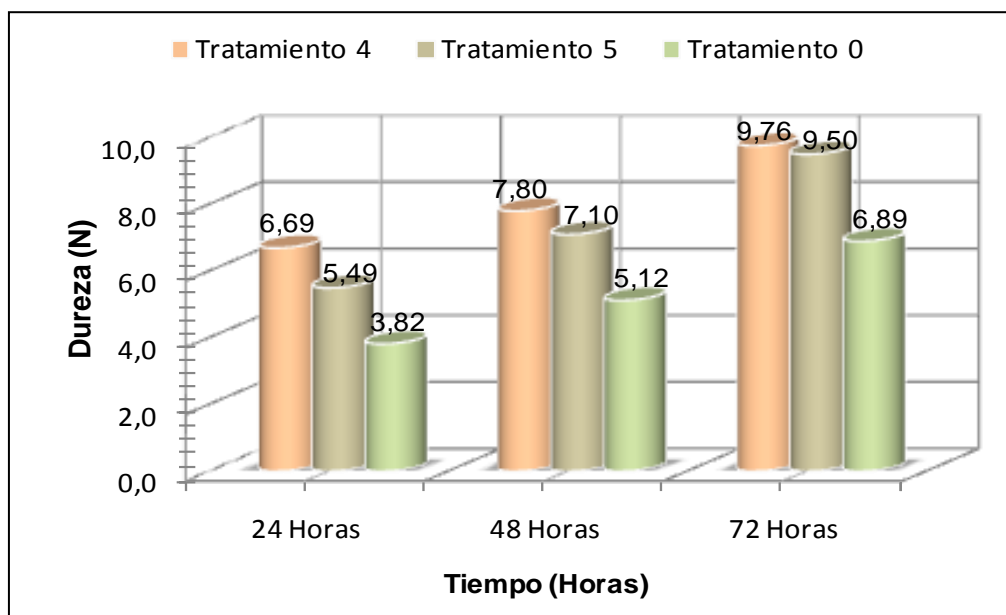
**Grafico G-3.** Resultados promedio de Deformación Recuperable, para muestras de pan.



Elaborado por: Verónica Acosta

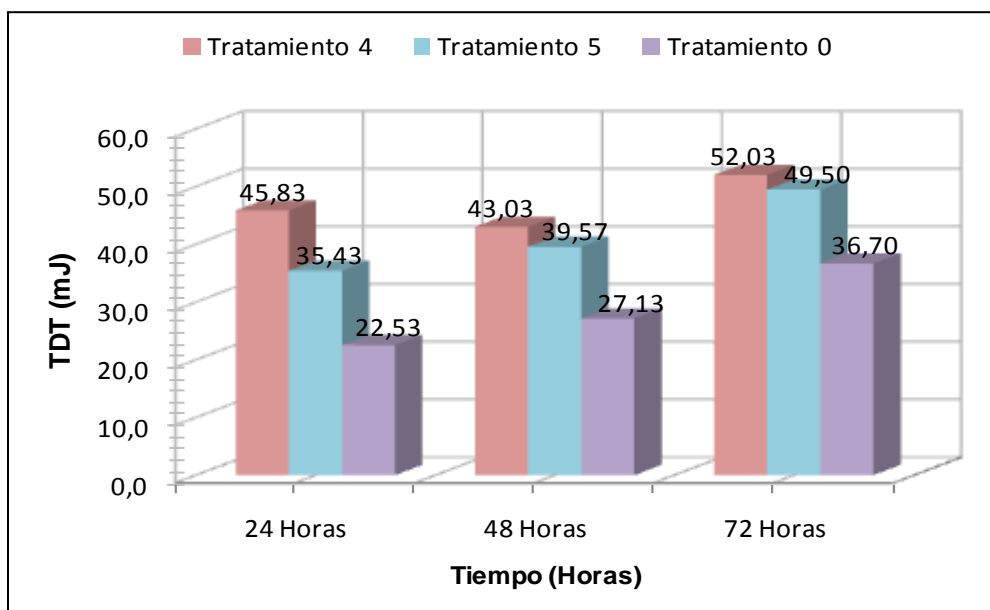
### LA TEXTURA DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE PAN COMO INDICADOR DEL ENVEJECIMIENTO

**Grafico G-4** Resultados promedio de los cambios de dureza del pan en el tiempo.



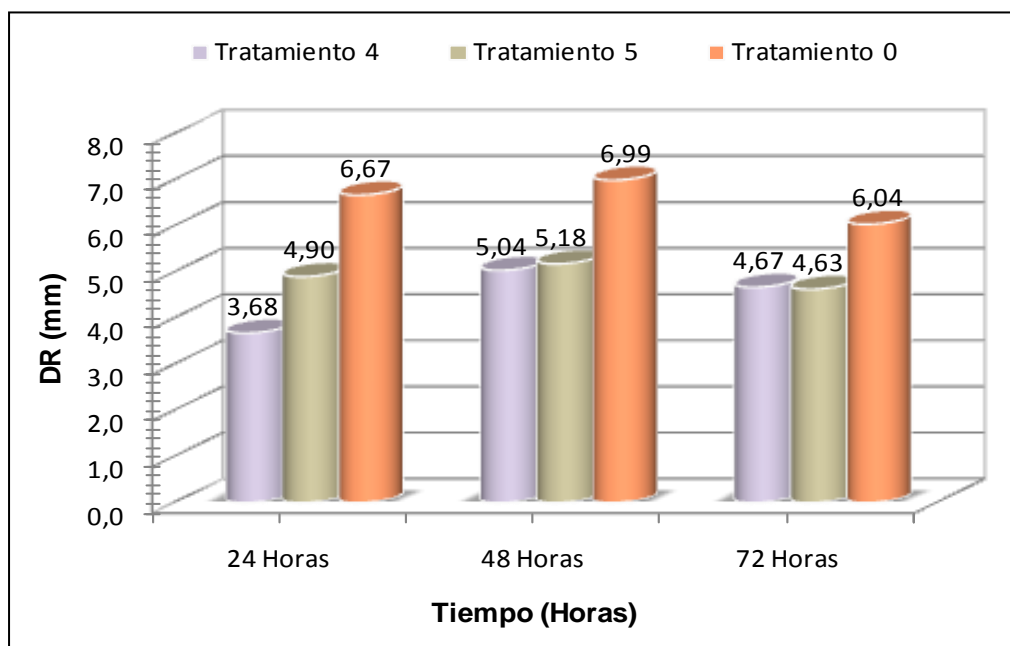
Elaborado por: Verónica Acosta

**Grafico G-5** Resultados promedio de los cambios de Trabajo de Dureza Terminado del pan en el tiempo.



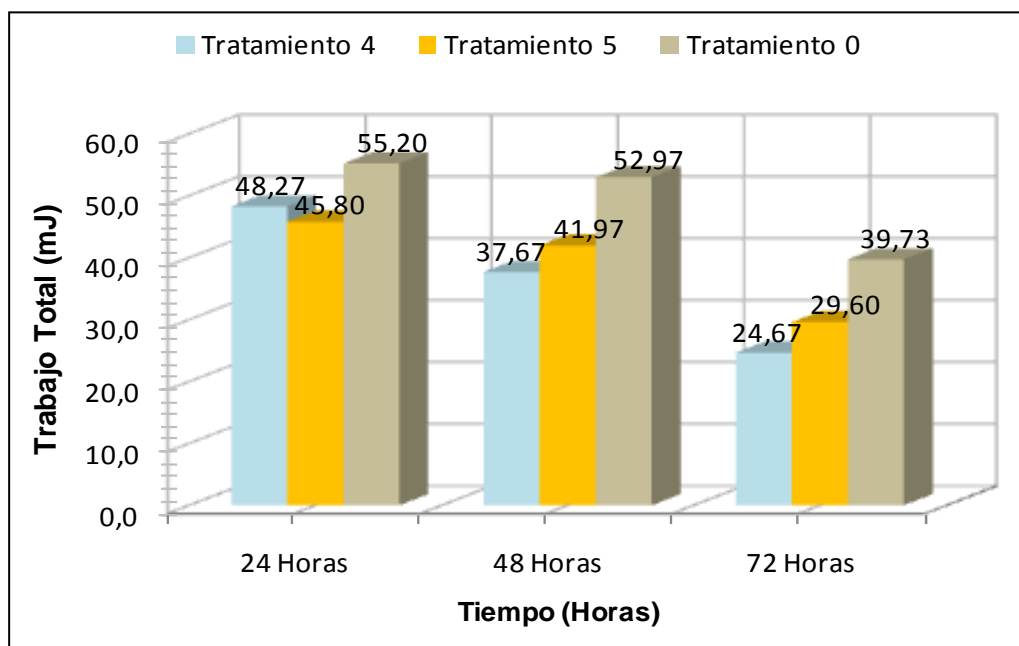
**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Grafico G-6** Resultados promedio de los cambios de Deformación Recuperable del pan en el tiempo.



**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Grafico G-7** Resultados promedios de los cambios de Trabajo Total del pan en el tiempo.



**Elaborado por:** Verónica Acosta

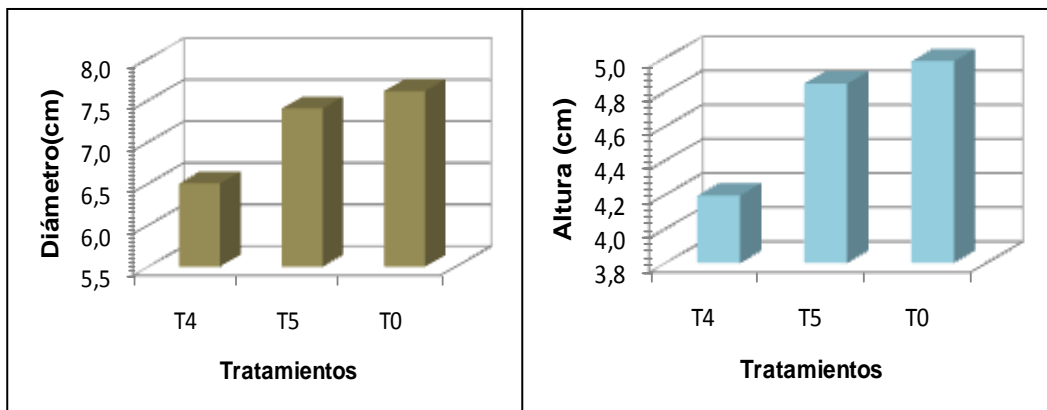
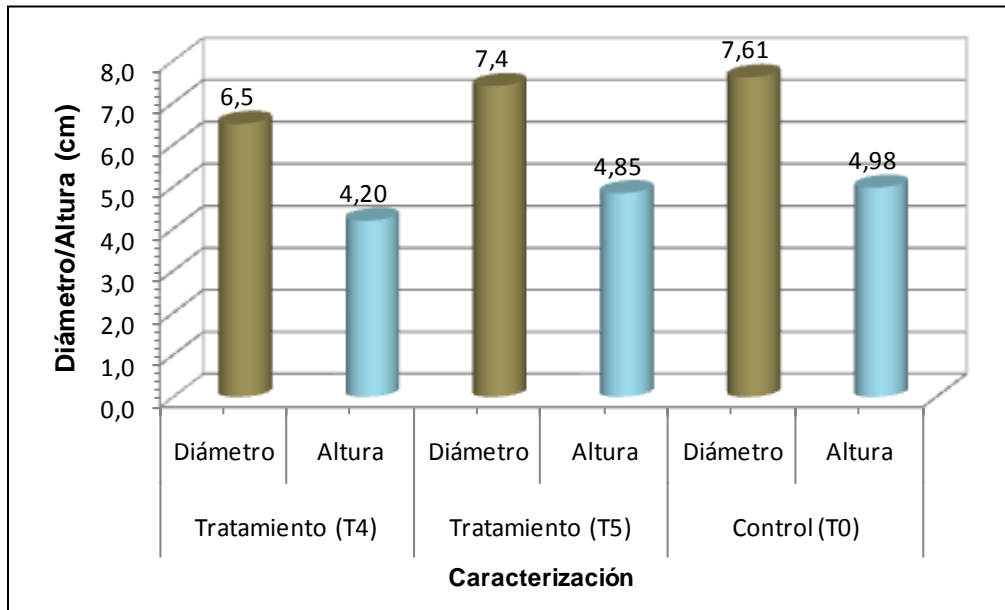
**T4=** Pan al 4% de Gluten Vital

**T5=** Pan al 5% de Gluten Vital

**T0=** Pan 100% harina det rigo importado CWRS.

## CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE PAN

**Grafico G-8.** Resultados promedio Diámetro y Altura, de un conjunto de 10 panes.



**Elaborado por:** Verónica Acosta

**T4=** Pan al 4% de Gluten Vital

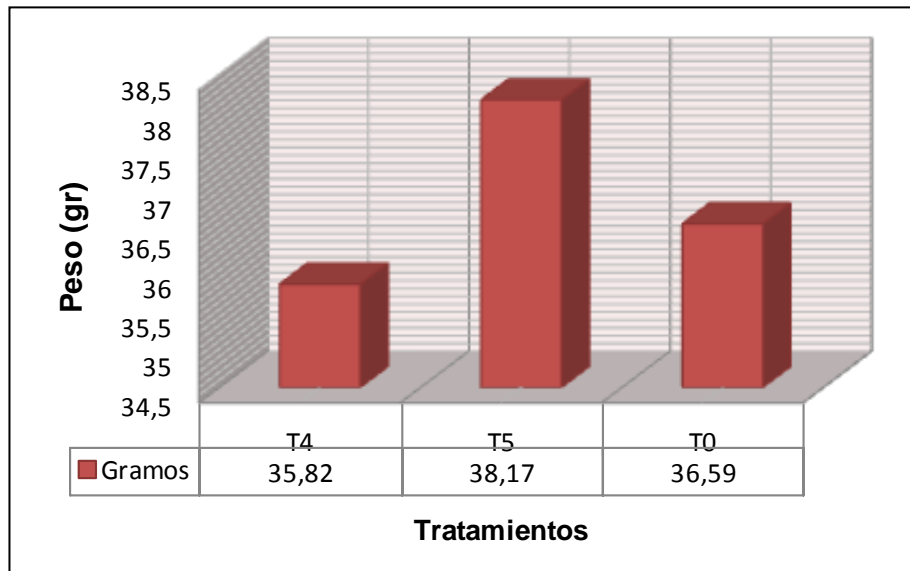
**T5=** Pan al 5% de Gluten Vital

**T0=** Pan 100% harina de trigo importado CWRS.



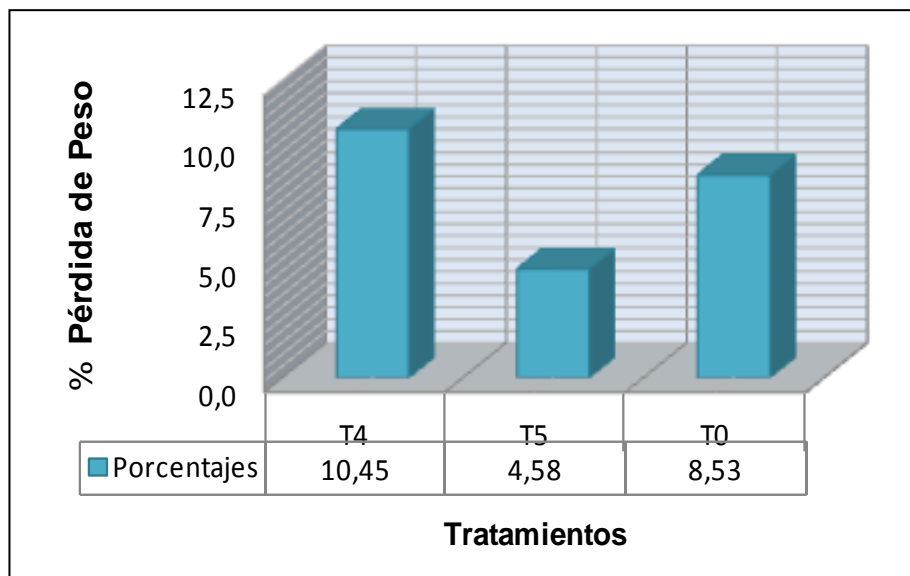
## ANÁLISIS FÍSICOS DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DEL PAN

**Grafico G-9.** Resultados promedio de Peso, para diez muestras de pan



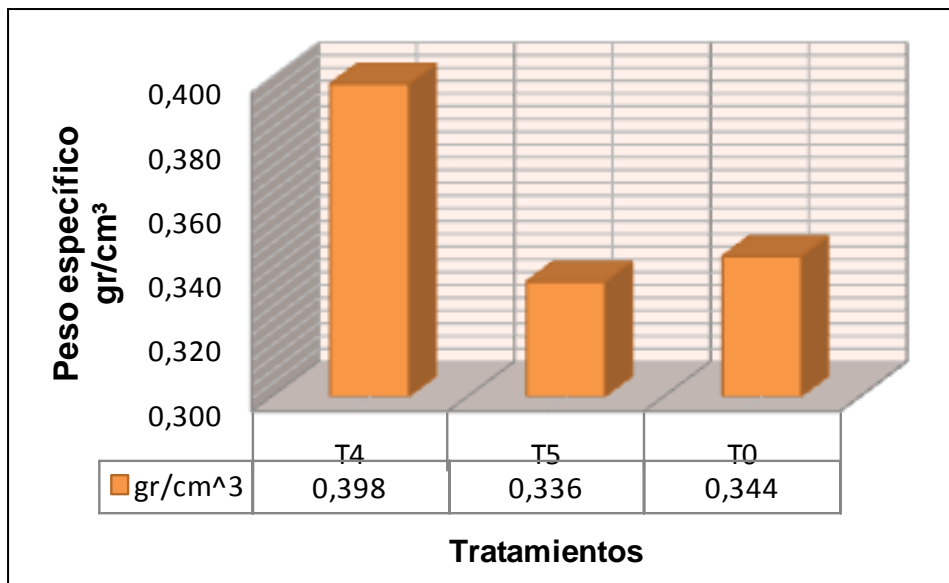
Elaborado por: Verónica Acosta

**Grafico G-10.** Resultados promedio de Porcentaje Perdida de Peso para diez muestras de pan



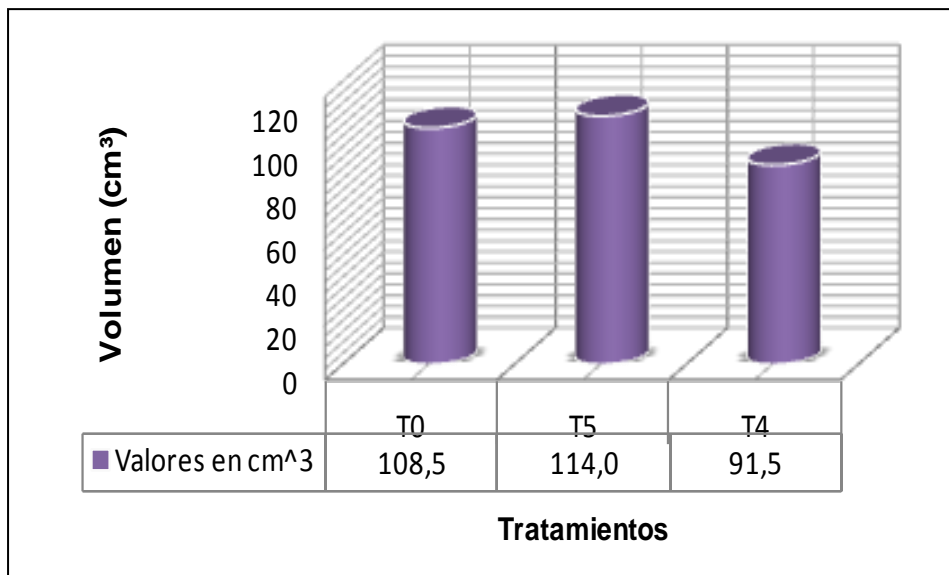
Elaborado por: Verónica Acosta

**Grafico G-11.** Resultados promedio de Peso específico para diez muestras de pan



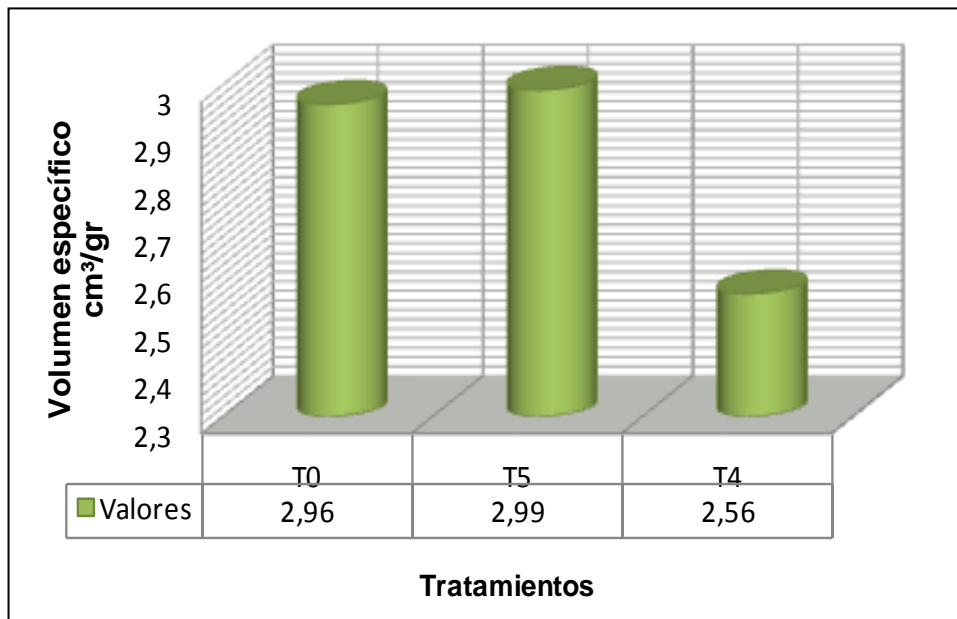
Elaborado por: Verónica Acosta

**Grafico G-12.** Resultados promedios de Volumen para diez muestras de pan



Elaborado por: Verónica Acosta

**Grafico G-13.** Resultados promedio de Volumen específico para diez muestras de pan



**Elaborado por:** Verónica Acosta

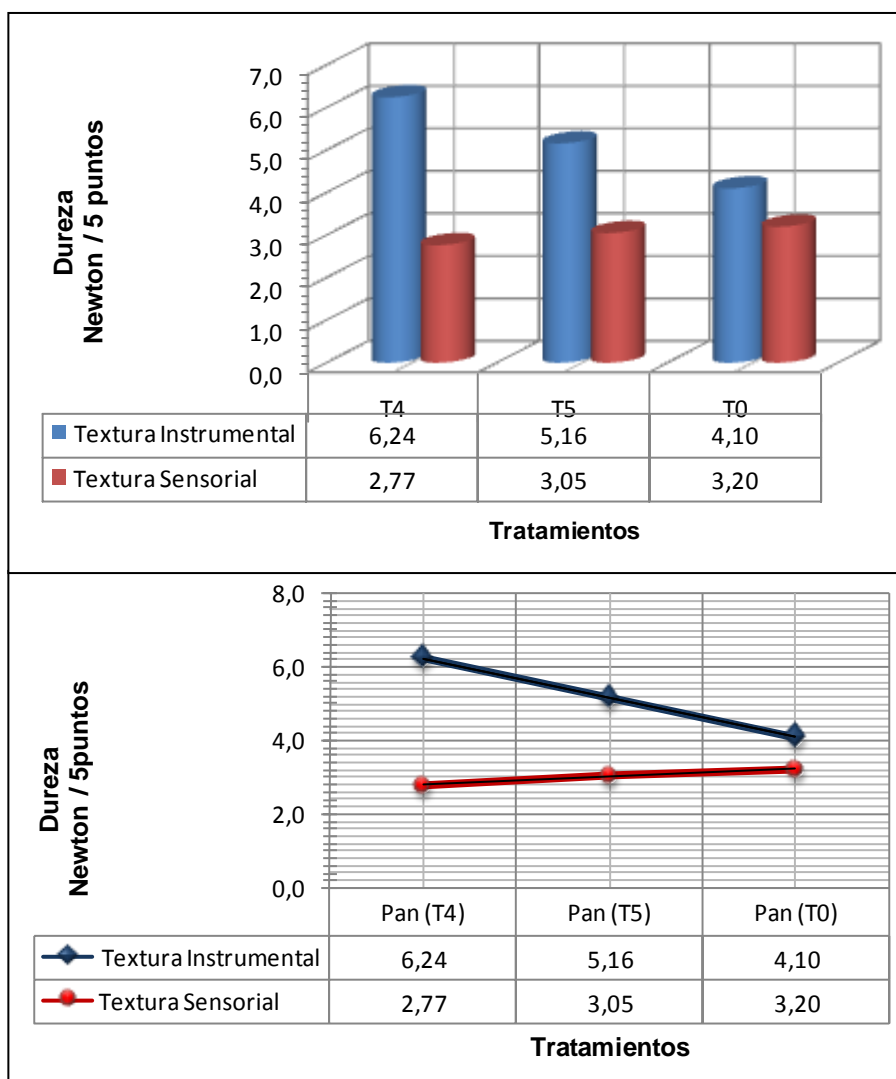
**T4=** Pan al 4% de Gluten Vital

**T5=** Pan al 5% de Gluten Vital

**T0=** Pan 100% harina det rigo importado CWRS.

## COMPARACIÓN ENTRE TEXTURA INSTRUMENTAL Y TEXTURA SENSORIAL

**Grafico G-14.** Resultados promedio de dureza para los mejores tratamientos de pan



**Elaborado por:** Verónica Acosta

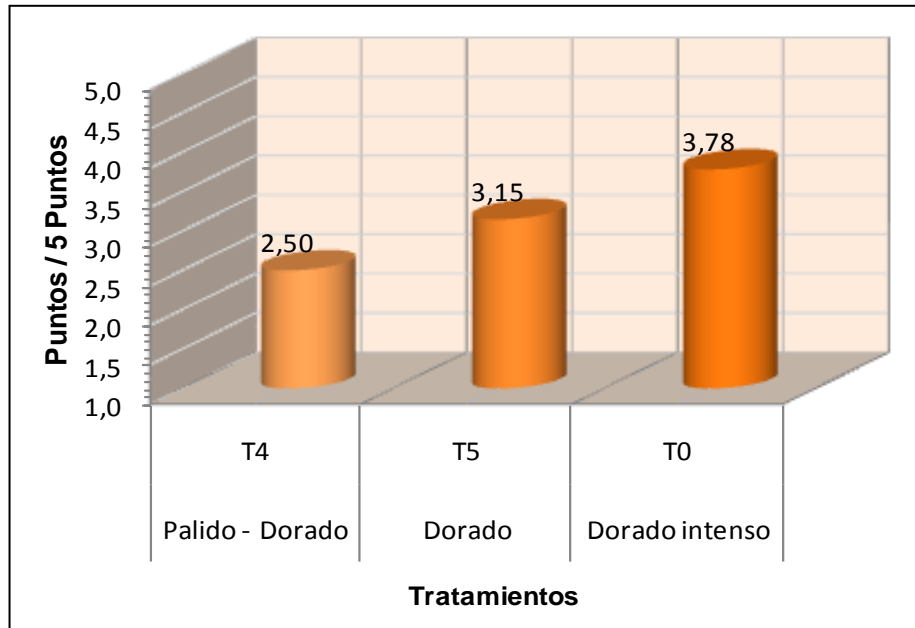
**T4=** Pan al 4% de Gluten Vital

**T5=** Pan al 5% de Gluten Vital

**T0=** Pan 100% harina det rigo importado CWRS.

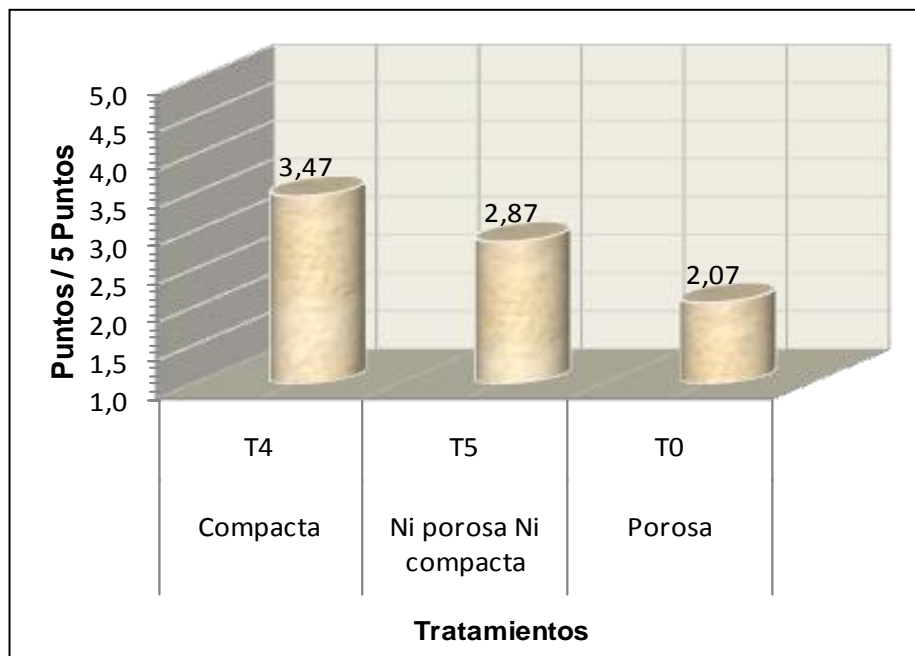
## ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE PAN

Gráfico G-15. Color de la Corteza del Pan.



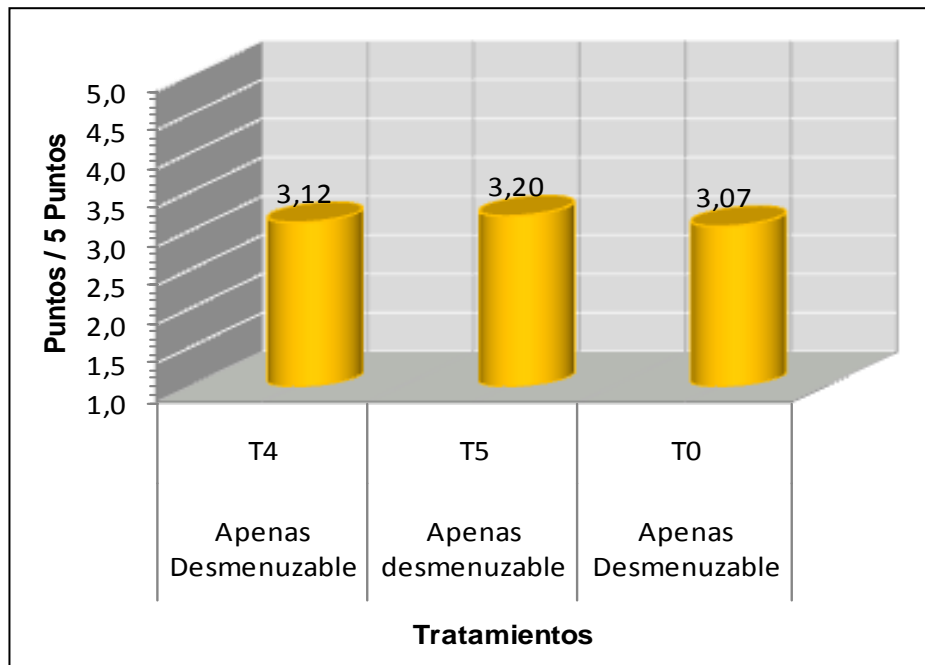
Elaborado por: Verónica Acosta

Gráfico G-16. Apariencia de la Miga del Pan



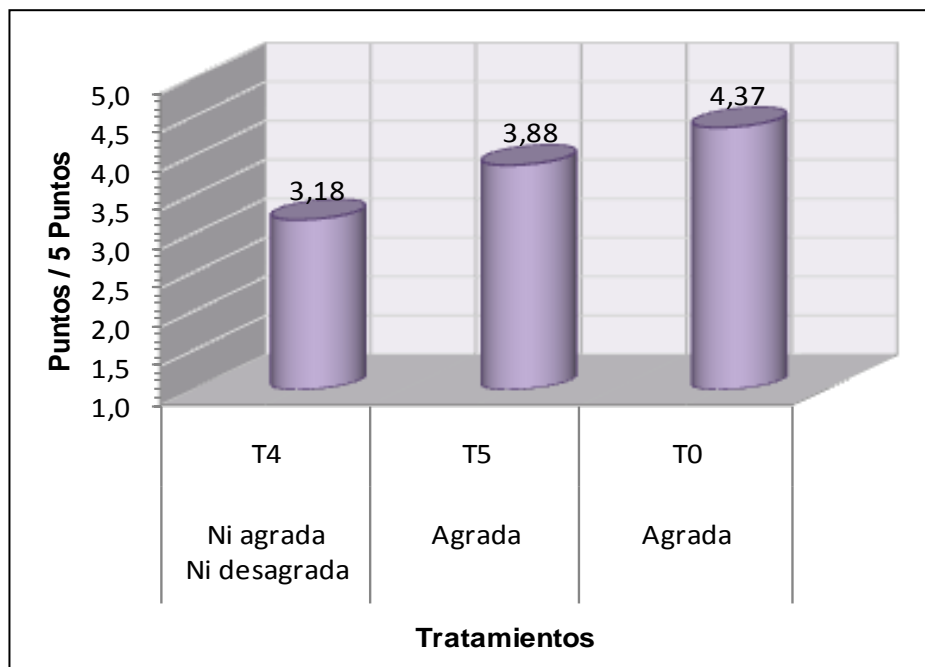
Elaborado por: Verónica Acosta

**Gráfico G-17. Friabilidad del Pan.**



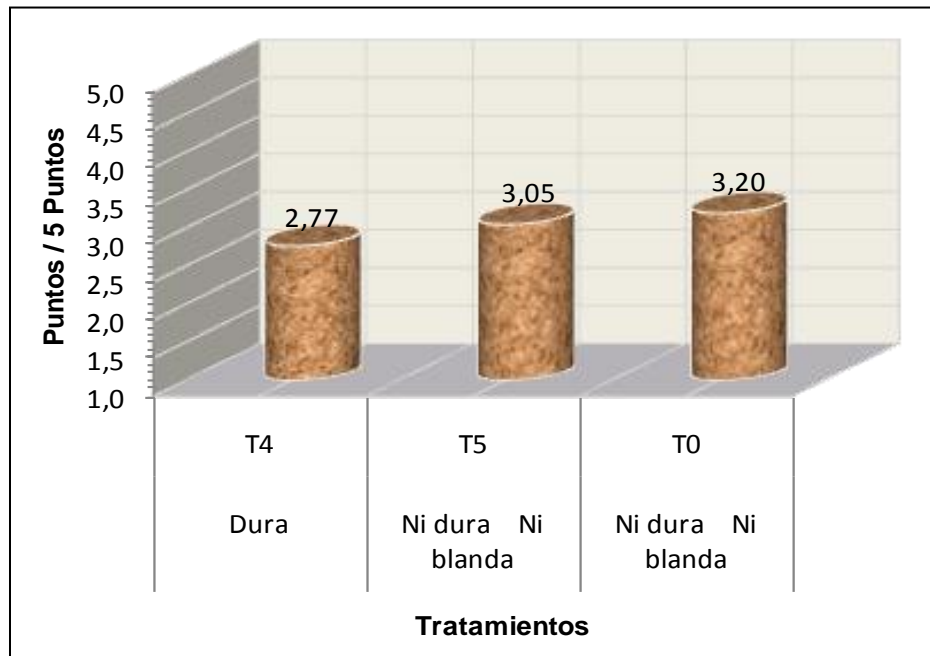
**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Gráfico G-18. Sabor del Pan.**



**Elaborado por:** Verónica Acosta

**Gráfico G-19.** Textura del Pan.



**Elaborado por:** Verónica Acosta

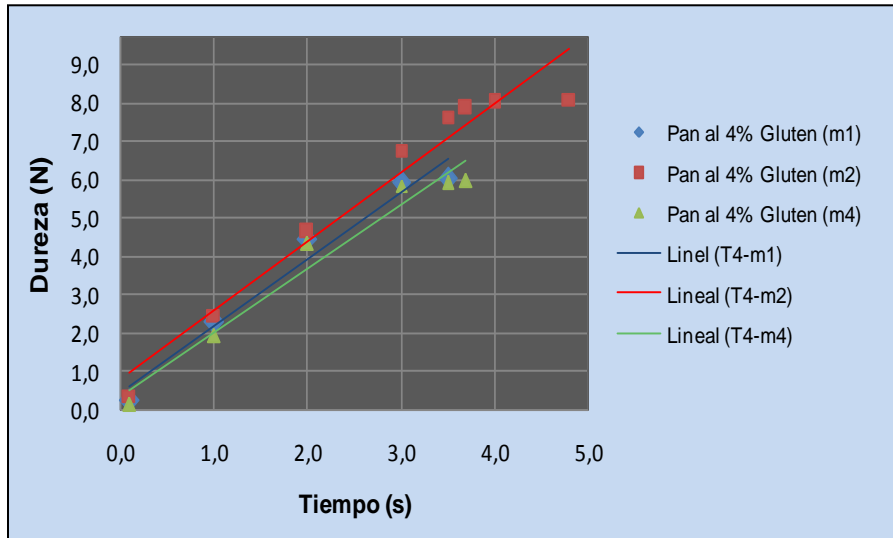
**T4=** Pan al 4% de Gluten Vital

**T5=** Pan al 5% de Gluten Vital

**T0=** Pan 100% harina det rigo importado CWRS.

## COMPORTAMIENTO DE LA TEXTURA DEL PAN

**Gráfico G-20.** Dureza vs. Tiempo de muestreo (Tratamiento 4)



**Elaborado por:** Verónica Acosta

El parámetro Dureza responde a las siguientes Ecuaciones Lineales

$$D_1 = 1,748x + 0,431$$

$$D_2 = 1,794x + 0,775$$

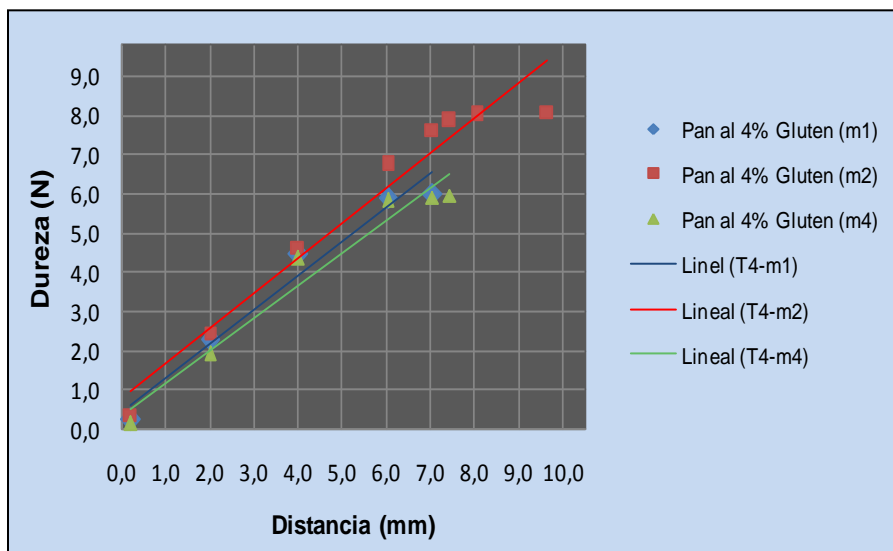
$$D_4 = 1,664x + 0,333$$

$$R^2 = 0,968$$

$$R^2 = 0,950$$

$$R^2 = 0,959$$

**Gráfico G-21.** Dureza vs. Distancia (Tratamiento 4).



**Elaborado por:** Verónica Acosta



El parámetro Dureza responde a las siguientes Ecuaciones Lineales

$$D_1 = 0,866x + 0,455$$

$$R^2 = 0,967$$

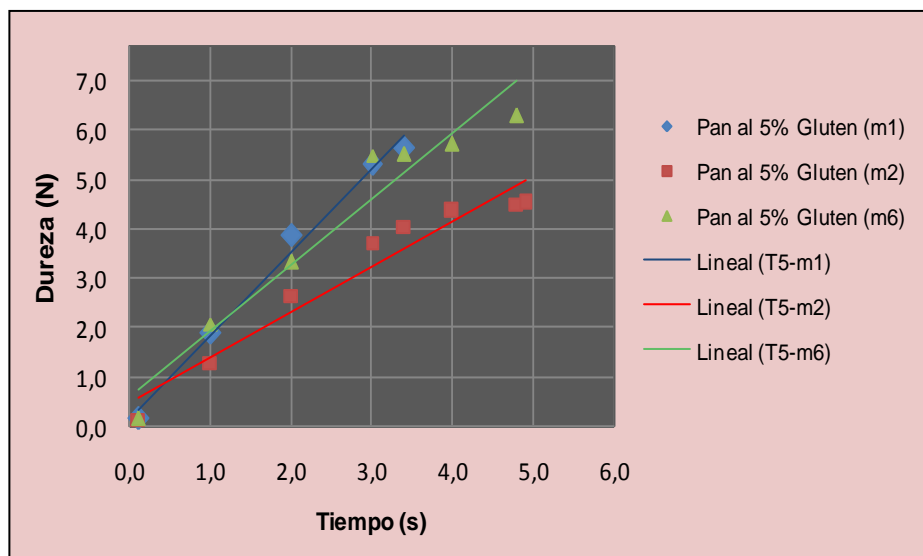
$$D_2 = 0,889x + 0,802$$

$$R^2 = 0,950$$

$$D_4 = 0,825x + 0,357$$

$$R^2 = 0,959$$

**Gráfico G-22.** Dureza vs. Tiempo de muestreo (Tratamiento 5)



**Elaborado por:** Verónica Acosta

El parámetro Dureza responde a las siguientes Ecuaciones Lineales

$$D_1 = 1,885x + 0,005$$

$$R^2 = 0,993$$

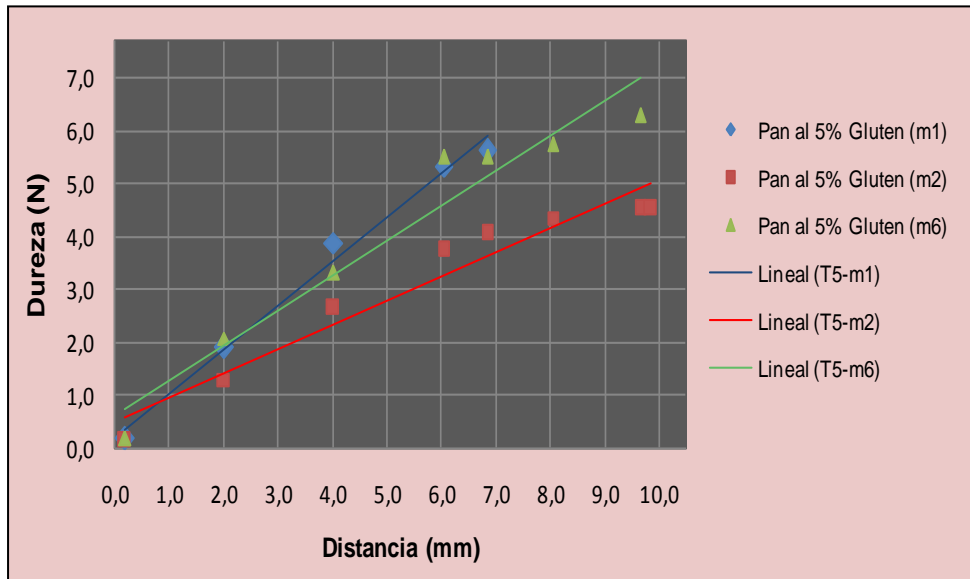
$$D_2 = 0,917x + 0,505$$

$$R^2 = 0,940$$

$$D_6 = 1,330x + 0,616$$

$$R^2 = 0,942$$

**Gráfico G-23. Dureza vs. Distancia (Tratamiento 5)**



**Elaborado por:** Verónica Acosta

El parámetro Dureza responde a las siguientes Ecuaciones Lineales

$$D_1 = 0,934x + 0,029$$

$$R^2 = 0,993$$

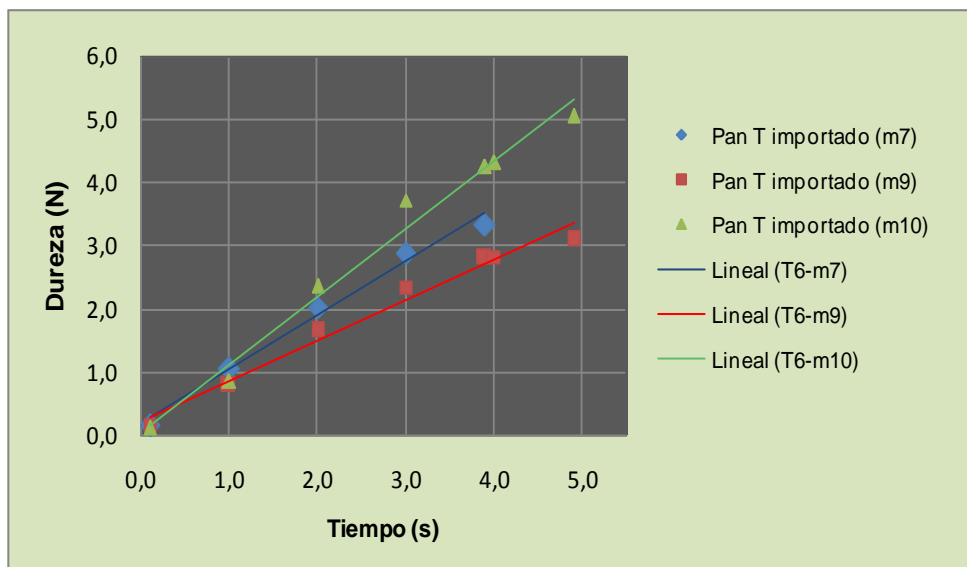
$$D_6 = 0,660x + 0,629$$

$$R^2 = 0,942$$

$$D_2 = 0,455x + 0,514$$

$$R^2 = 0,940$$

**Gráfico G-24. Dureza vs. Tiempo de muestreo (Tratamiento Control)**



**Elaborado por:** Verónica Acosta

El parámetro Dureza responde a las siguientes Ecuaciones Lineales

$$D_7 = 0,852x + 0,172$$

$$R^2 = 0,987$$

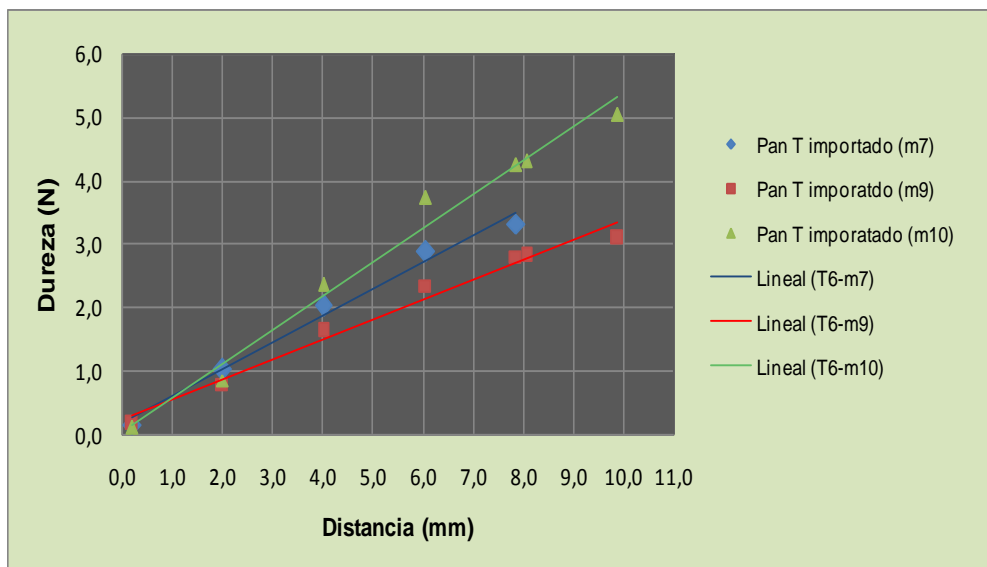
$$D_9 = 0,638x + 0,224$$

$$R^2 = 0,979$$

$$D_{10} = 1,074x + 0,046$$

$$R^2 = 0,982$$

**Gráfico G-25.** Dureza vs. Distancia (Tratamiento Control)



**Elaborado por:** Verónica Acosta

El parámetro Dureza responde a las siguientes Ecuaciones Lineales

$$D_7 = 0,422x + 0,18$$

$$R^2 = 0,987$$

$$D_9 = 0,316x + 0,230$$

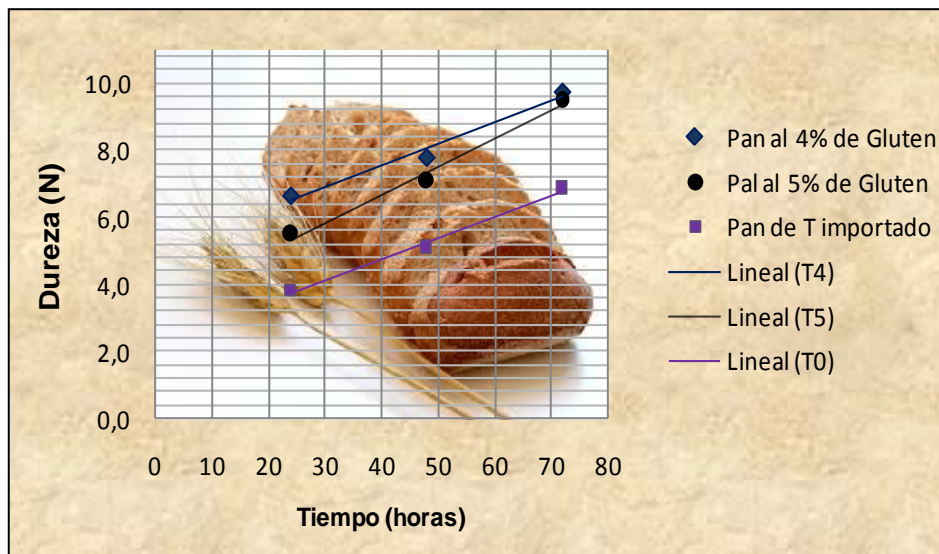
$$R^2 = 0,978$$

$$D_{10} = 0,531x + 0,056$$

$$R^2 = 0,982$$

## ESTABILIDAD DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DE PAN EN EL TIEMPO

**Gráfico G-26.** Dureza vs. Tiempo de Almacenamiento



**Elaborado por:** Verónica Acosta

El parámetro de Dureza para muestras de pan, responde a las siguientes Ecuaciones Lineales.

$$D_{T4} = 0,063x + 5,015$$

$$R^2 = 0,975$$

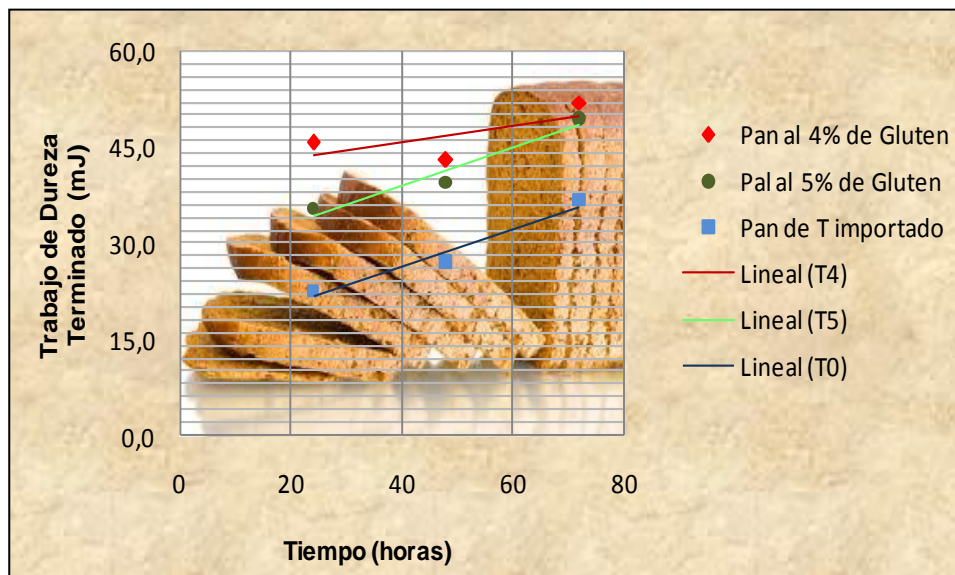
$$D_{T5} = 0,083x + 3,356$$

$$R^2 = 0,986$$

$$D_{T0} = 0,064x + 2,2$$

$$R^2 = 0,992$$

**Gráfico G-27.** Trabajo de Dureza Terminado vs. Tiempo de Almacenamiento



**Elaborado por:** Verónica Acosta

El parámetro de Trabajo de Dureza Terminado para muestras de pan, responde a las siguientes Ecuaciones Lineales.

$$\text{TDT}_{T4} = 0,129x + 40,76$$

$$R^2 = 0,453$$

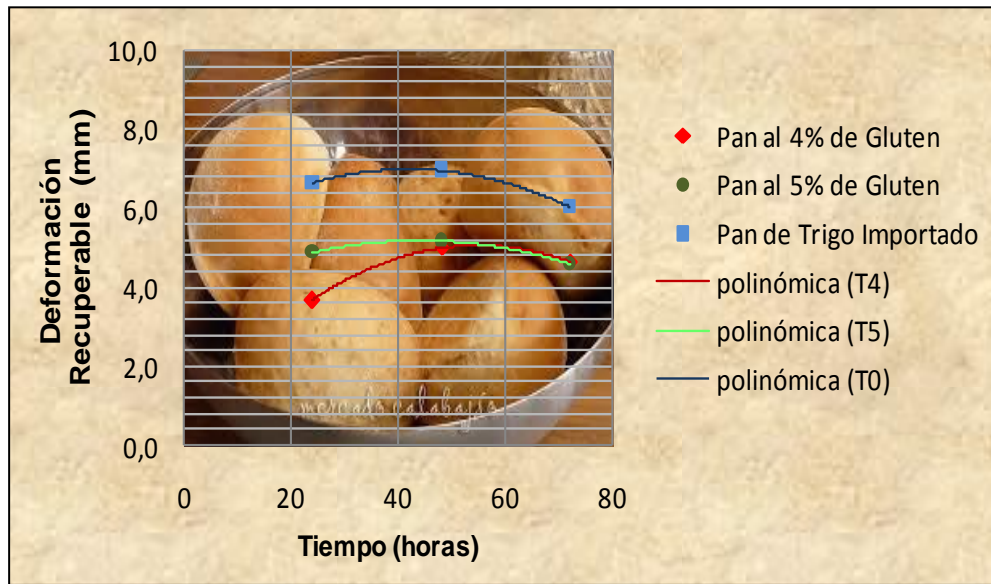
$$\text{TDT}_{T5} = 0,293x + 27,43$$

$$R^2 = 0,946$$

$$\text{TDT}_{T0} = 0,295x + 14,62$$

$$R^2 = 0,960$$

**Gráfico G-28.** Deformación Recuperable vs. Tiempo de Almacenamiento



**Elaborado por:** Verónica Acosta

El parámetro de Deformación Recuperable para muestras de pan, responde a las siguientes Ecuaciones Polinómicas de Segundo Orden.

$$DR_{T4} = -0,001x^2 + 0,164x + 0,59$$

$$R^2 = 1$$

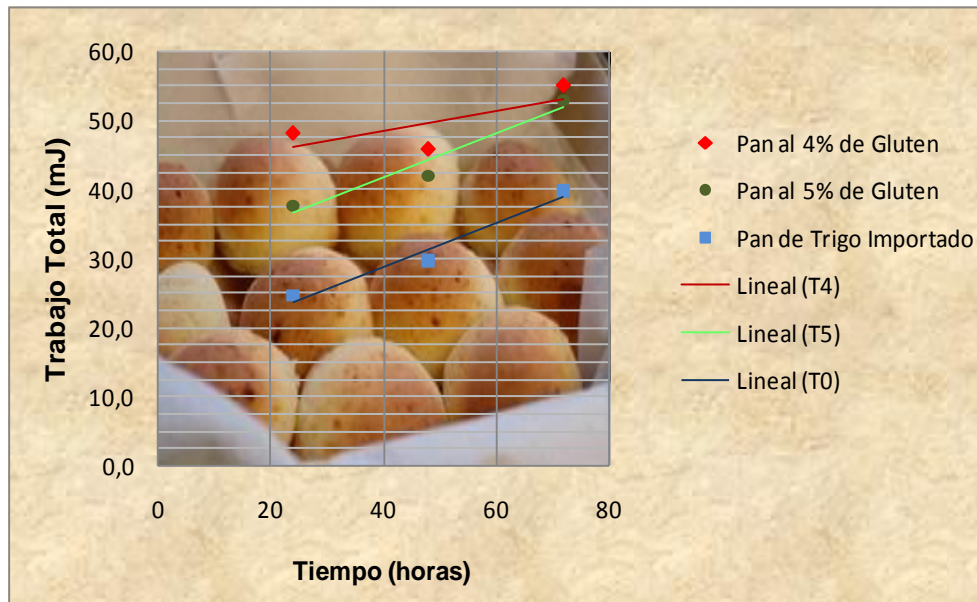
$$DR_{T5} = -0,000x^2 + 0,063x + 3,796$$

$$R^2 = 1$$

$$DR_{T0} = -0,001x^2 + 0,093x + 5,066$$

$$R^2 = 1$$

**Gráfico G-29.** Trabajo Total vs. Tiempo de Almacenamiento



**Elaborado por:** Verónica Acosta

El parámetro de Trabajo Total para muestras de pan, responde a las siguientes Ecuaciones Lineales.

$$T_{T4} = 0,144x + 42,82$$
$$R^2 = 0,506$$

$$T_{T5} = 0,318x + 28,9$$
$$R^2 = 0,939$$

$$T_{T0} = 0,313x + 16,26$$
$$R^2 = 0,961$$

## RELACIÓN ENTRE MEDIDA INSTRUMENTAL Y SENSORIAL DE TEXTURA DEL PAN

### Análisis de Regresión

**x**= Variable independiente

**y**= Variable dependiente

### MODELO DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon$$

**Donde:**  $i = 1, \dots, n$

$\beta_0$  = parámetro que registra la porción independiente en el modelo

$\beta_1$  = parámetro que determina la porción dependiente

$\varepsilon$  = error aleatorio

Si consideramos una muestra, el modelo anterior puede estimarse por el siguiente.

$$y_i = b_0 + b_1 x_i + e_i$$

**Donde:**  $i = 1, \dots, n$

$b_0$  = ordenada en el origen, es el estimador insesgado de  $\beta_0$

$b_1$  = pendiente de la recta, es el estimador insesgado de  $\beta_1$

$e_i = (y_i - \hat{Y})$ , residues, que son las desviaciones aleatorias de  $y$  con respect a los valores que determina la recta  $\hat{Y} = b_0 + b_1 X$

- La dureza de pan, medida por el texturómetro y la calificación de dureza del mismo alimento otorgada por los catadores, para los tratamientos T4, T5 Y T0, se detallan a continuación:



**Tabla G-1** Valores de Textura Instrumental y Textura Sensorial

Variables	T4	T5	T0	Suma	Suma cuadrados	Media
dureza sensorial	2,77	3,05	3,20	9,02	27,20	3,01
dureza instrumental	6,24	5,16	4,10	15,51	82,43	5,17
x*y	17,28	15,74	13,12	46,14		

- 1) Encontrar los estimadores puntuales de  $\beta_0$  y  $\beta_1$ , implica calcular la línea de regresion muestral, LRM

$$y_T = b_0 + b_1 x_T + e_T$$

Así tenemos para el desarrollo:

$$b_1 = (\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i / n) / (\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n)$$

$$b_0 = (\sum y_i) / n - b_1 (\sum x_i) / n$$

Consecuentemente:

$$\sum x = 15,51 \quad \sum x^2 = 82,43$$

$$\bar{X} = 5,17$$

$$\sum y = 9,02 \quad \sum y^2 = 27,20$$

$$\bar{y} = 3,01$$

$$\sum xy = 46,14$$

$$b_1 = (46,14 - (15,51)(9,02) / 3) / (82,43 - (15,51)^2 / 3) = -0,2024$$

**$b_1 = -0,2024$**  es el estimador puntual de  $\beta_1$

$$b_0 = 3 + 0,2024 * 5,17 = 4,046$$

**$b_0 = 4,046$**  es el estimador puntual de  $\beta_0$

**Entonces:**

$$Dureza\ sensorial = 4,046 - 0,2024(dureza\ instrumental)$$

La covarianza entre dos variables, cuya expression se representa a continuación, permite conocer si la posible relación entre las dos variables es directa o inversa.

$$SC_{xy} = \frac{1}{n} (\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i / n)$$

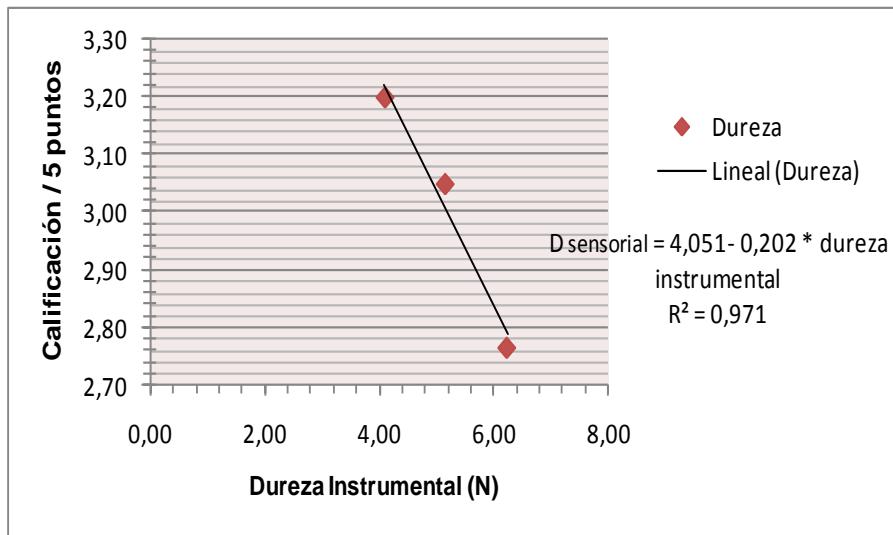
La relación es directa si  $SC_{xy} > 0$

La relación es inversa si  $SC_{xy} < 0$

No hay relación lineal si  $SC_{xy} = 0$

$$SC_{xy} = \frac{1}{3} (46,14 - (15,51)(9,02) / 3) = -0,163$$

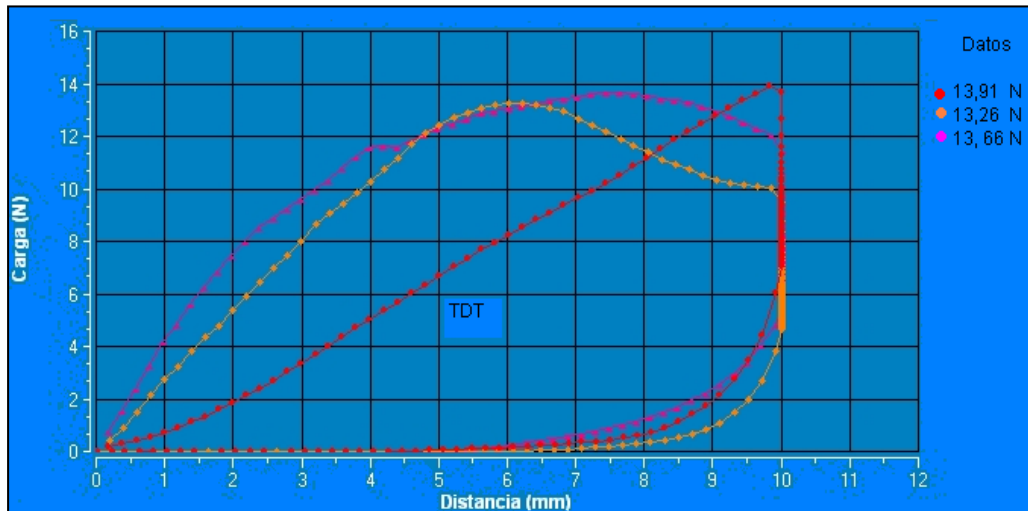
**Gráfico G-30.** Dureza Instrumental vs Dureza Sensorial



**Elaborado por:** Verónica Acosta G.

## REGISTROS DE EVOLUCIÓN DE LA DUREZA TEXTURÓMETRO BROOKFIELD

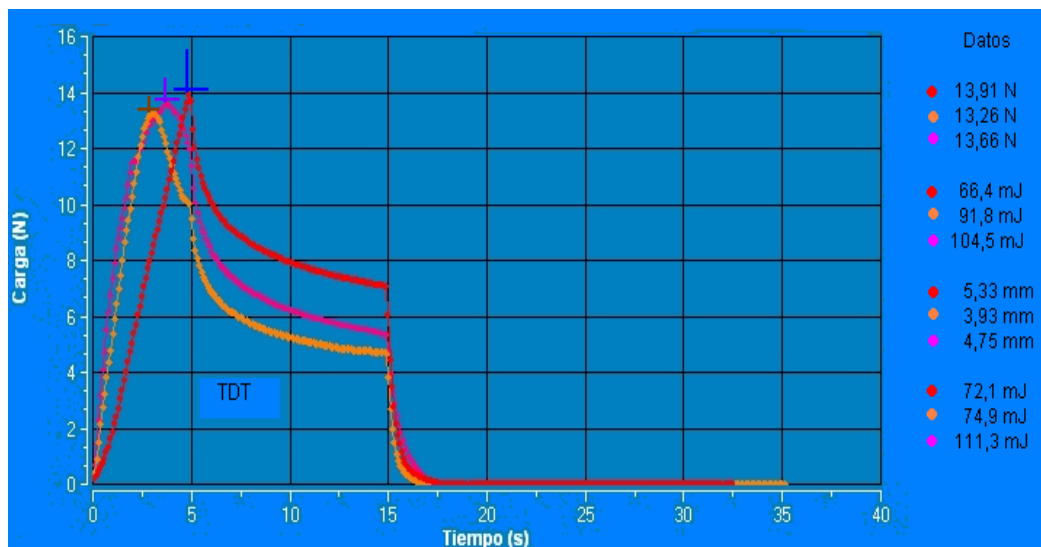
**Grafico 31.** Carga vs Distancia (Tratamiento 1 - Réplica 1)



Distancia máxima (curva uno 9,84 mm; curva dos 6,03mm; curva tres 7,63 mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

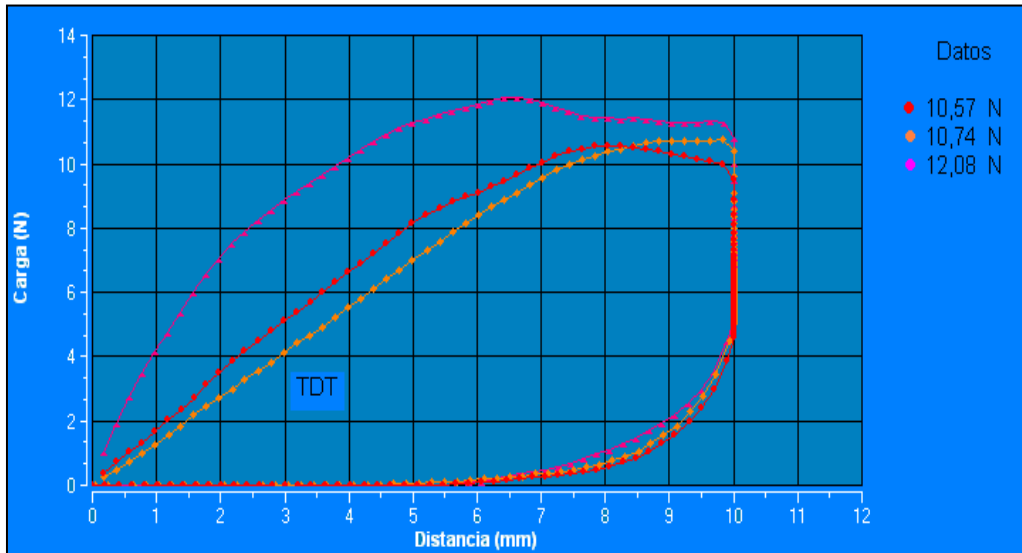
**Grafico 32.** Carga vs Tiempo (Tratamiento 1 - Réplica 2)



Tiempo máximo (curva uno 4,9s; curva dos. 3s; curva tres 3,8s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

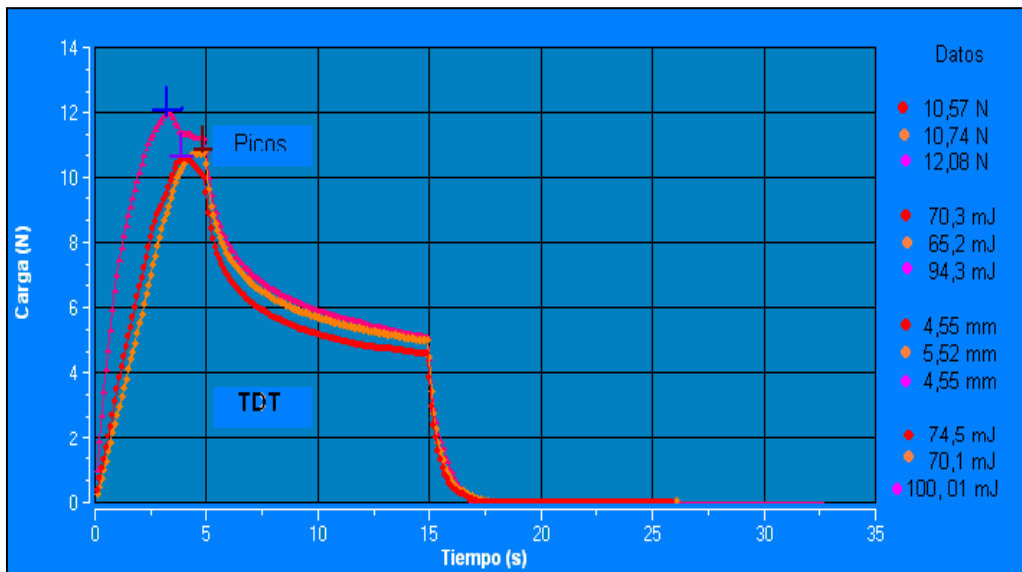
**Grafico 33.** Carga vs Distancia (Tratamiento 2 - Réplica 1)



Distancia máxima (curva uno 8,23mm; curva dos 9,84 mm; curva tres 6,42 mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

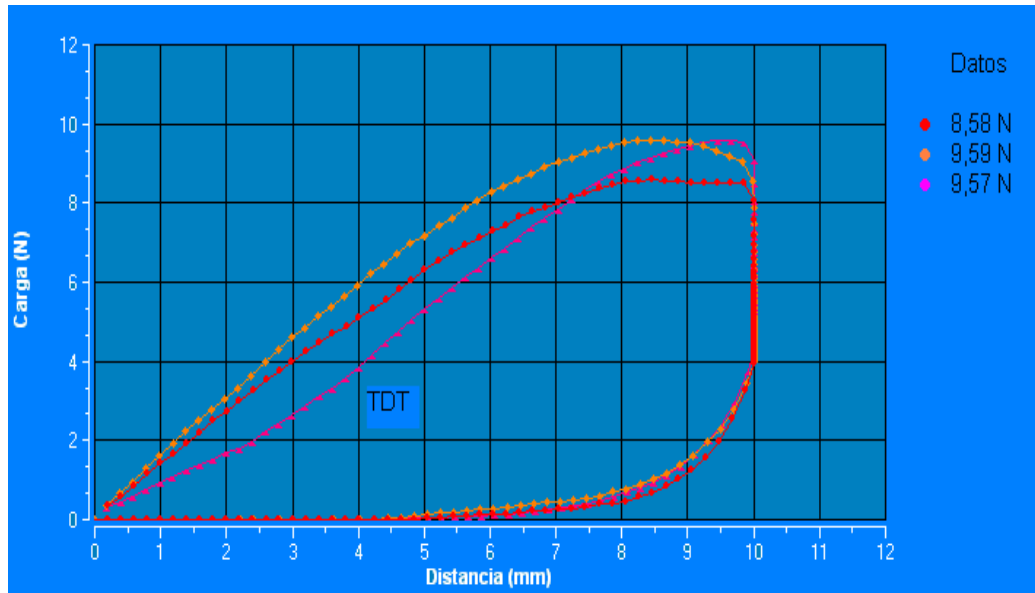
**Grafico 34.** Carga vs Tiempo (Tratamiento 2 - Réplica 2)



Tiempo máximo (curva uno 4,1s; curva dos 4,9s; curva tres 3,2s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

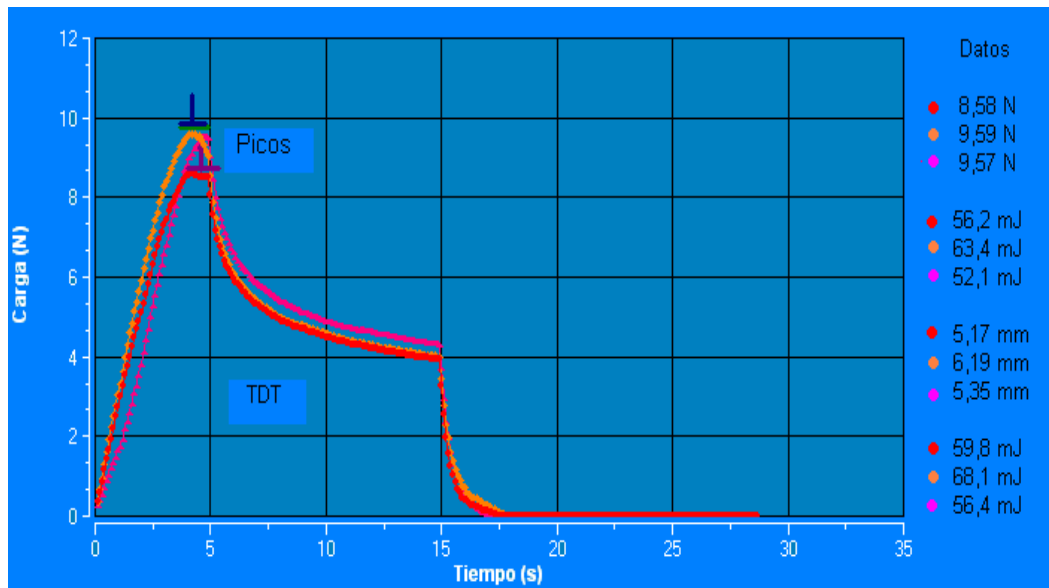
**Grafico 35.** Carga vs Distancia (Tratamiento 3 - Réplica 1)



Distancia máxima (curva uno 8,46mm; curva dos 8,43mm; curva tres 9,65 mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

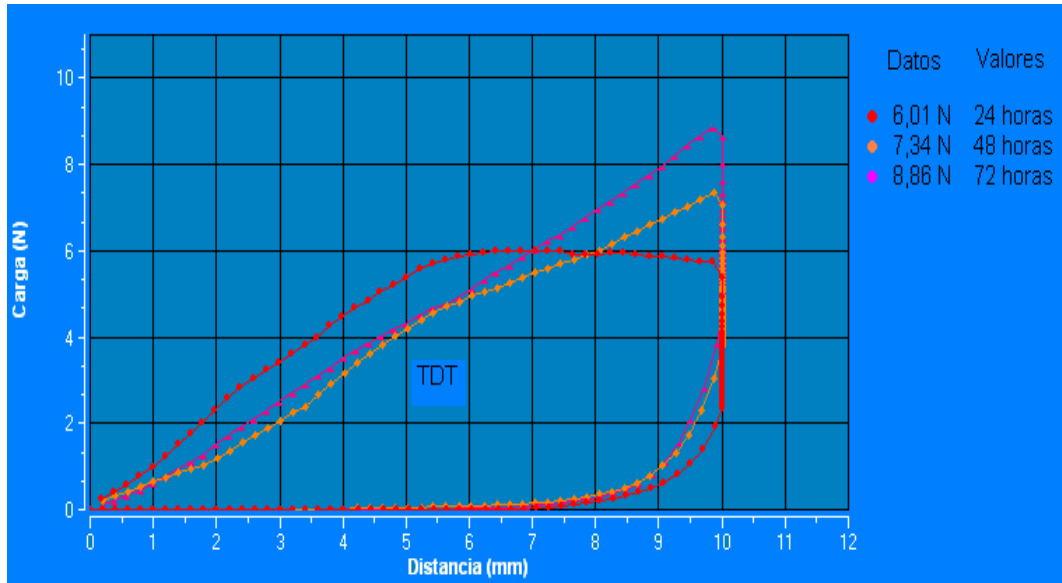
**Grafico 36.** Carga vs Tiempo (Tratamiento 3 - Réplica 2)



Tiempo máximo (curva uno 4,2s; curva dos 4,2s; curva tres 4,8s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

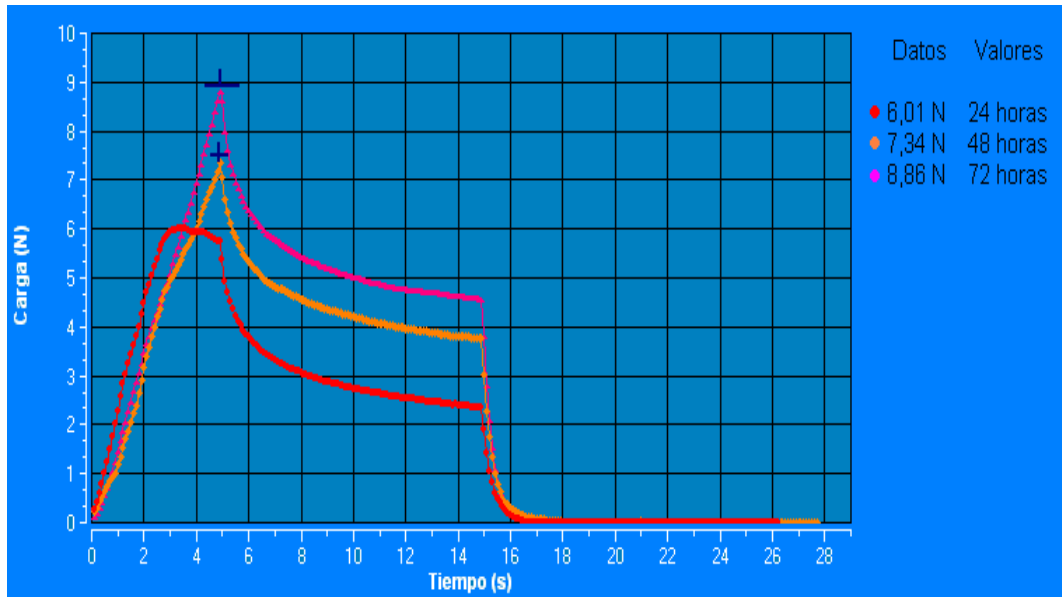
**Grafico 37.** Carga vs Distancia (Tratamiento 4- Observación 1)



Distancia máxima (curva uno 7,03mm; curva dos 9,87 mm; curva tres 9,85 mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

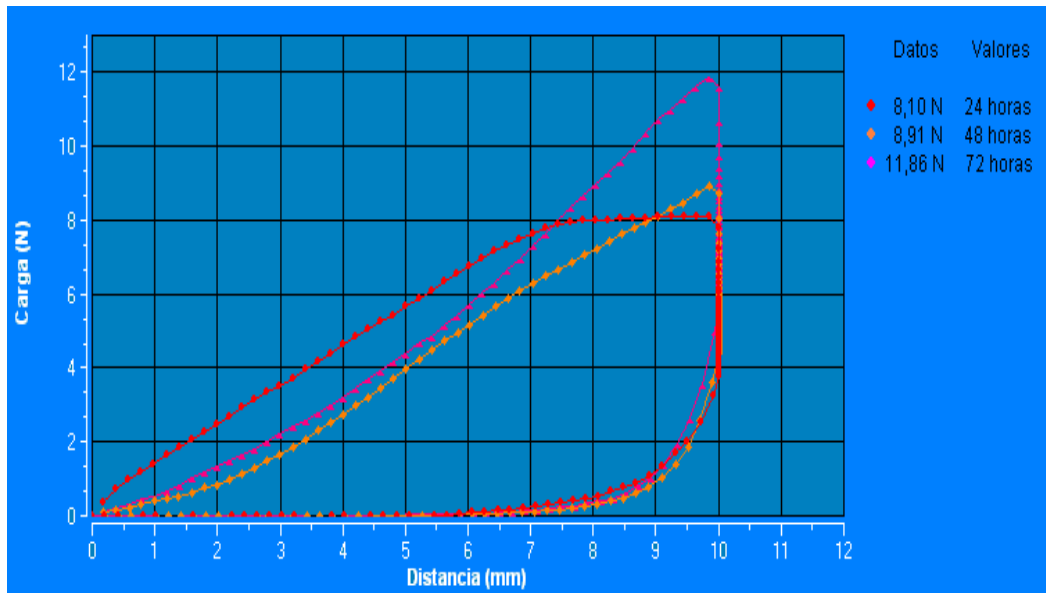
**Grafico 38.** Carga vs Tiempo (Tratamiento 4- Observación 1)



Tiempo máximo (curva uno 3,5 s; curva dos 4,9 s; curva tres 4,9s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

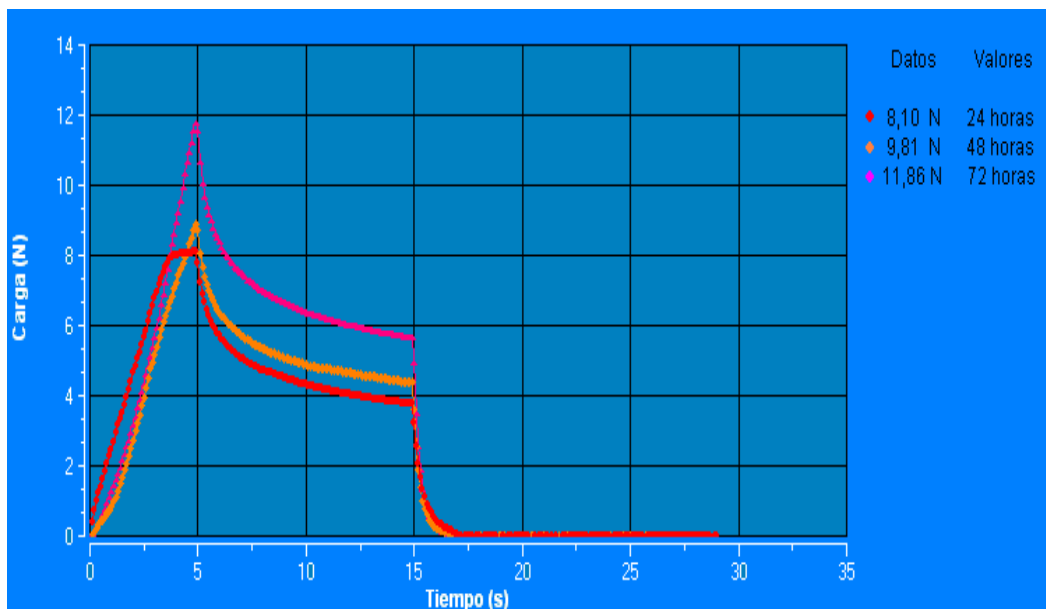
**Grafico 39.** Carga vs Distancia (Tratamiento 4- Observación 2)



Distancia máxima (curva uno 9,66mm; curva dos 9,86mm; curva tres 9,85mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

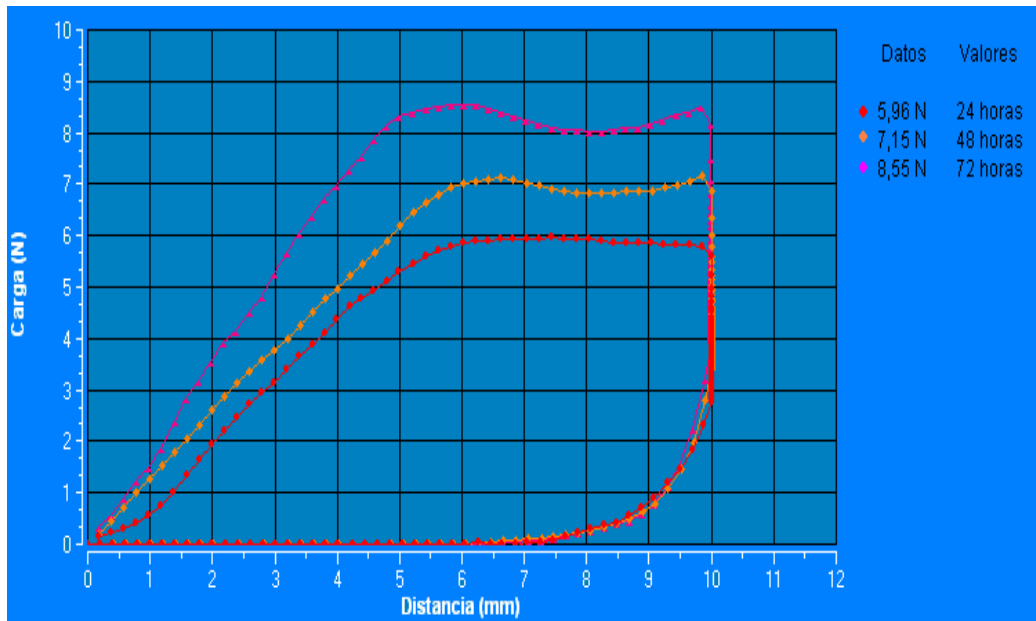
**Grafico 40.** Carga vs Tiempo (Tratamiento 4- Observación 2)



Tiempo máximo (curva uno 4,8s; curva dos 4,9s; curva tres 4,9s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

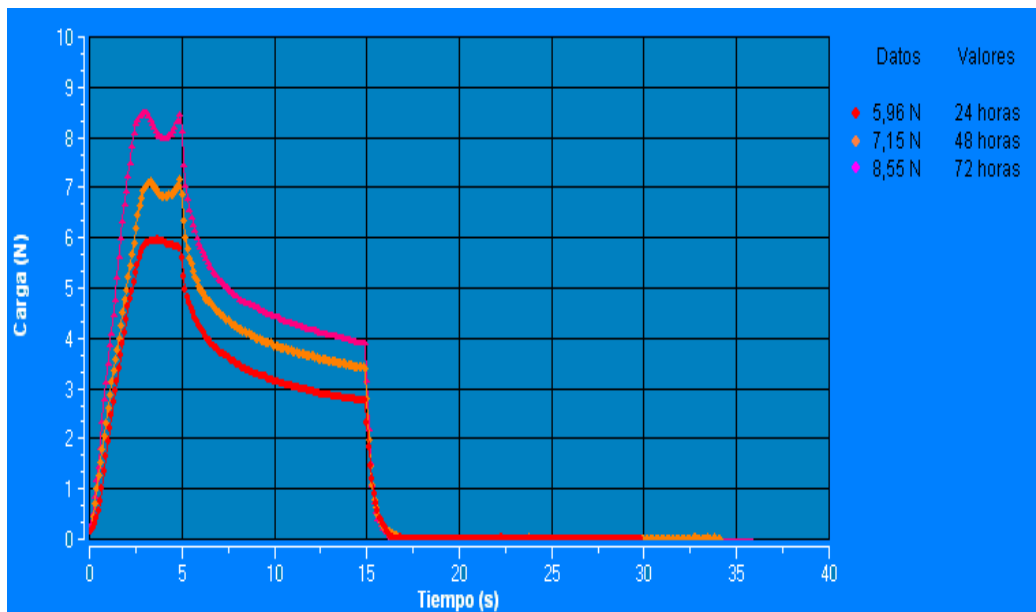
**Grafico 41. Carga vs Distancia (Tratamiento 4- Observación 3)**



Distancia máxima (curva uno 7,43; curva dos 9,86; curva tres 5,82mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Grafico 42. Carga vs Tiempo (Tratamiento 4- Observación 3)**

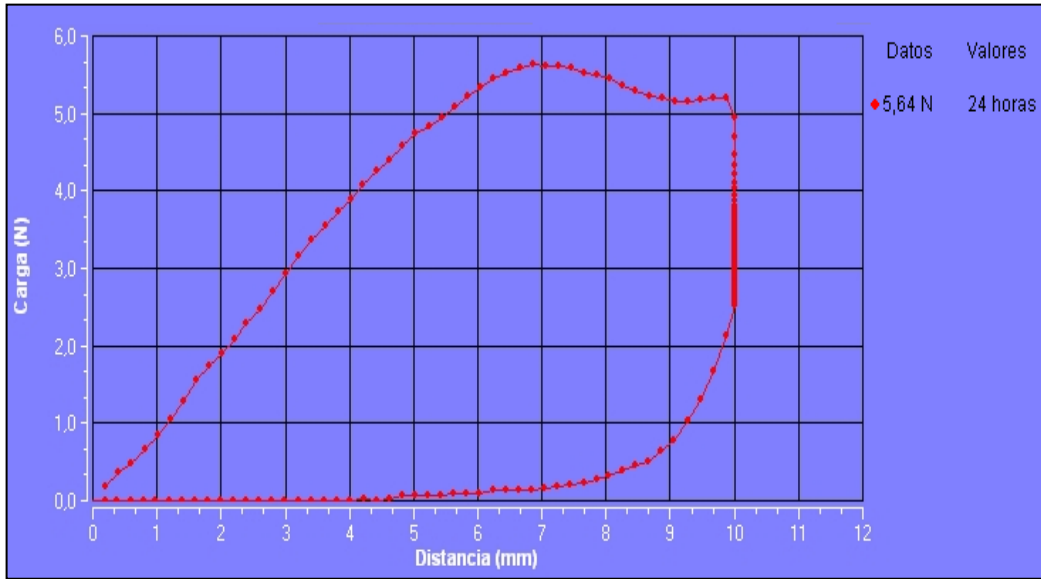


Distancia máxima (curva uno 3,7s; curva dos 4,9s; curva tres 2,9s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9



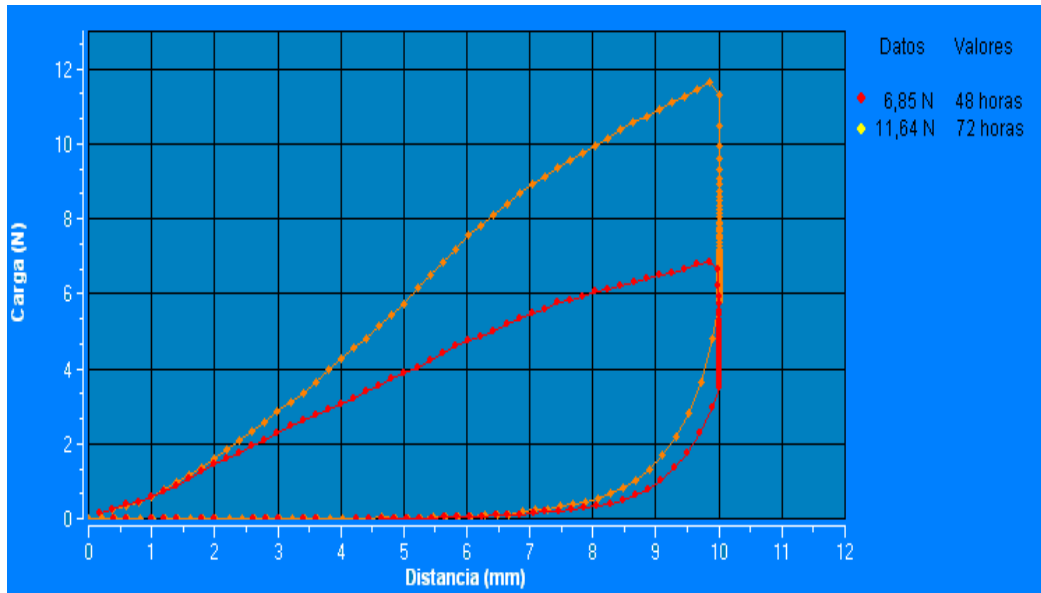
**Grafico 43.** Carga vs Distancia (Tratamiento 5- Observación 1)



Distancia máxima (curva uno 6,86 mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

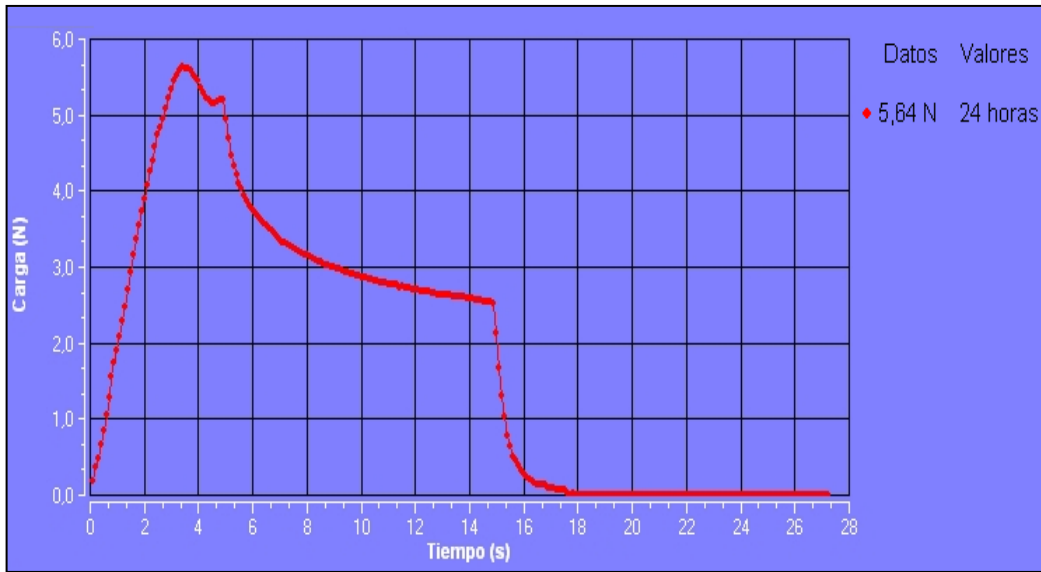
**Grafico 44.** Carga vs Distancia (Tratamiento 5- Observación 1)



Distancia máxima (curva dos 9,85mm; curva tres 9, 65mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

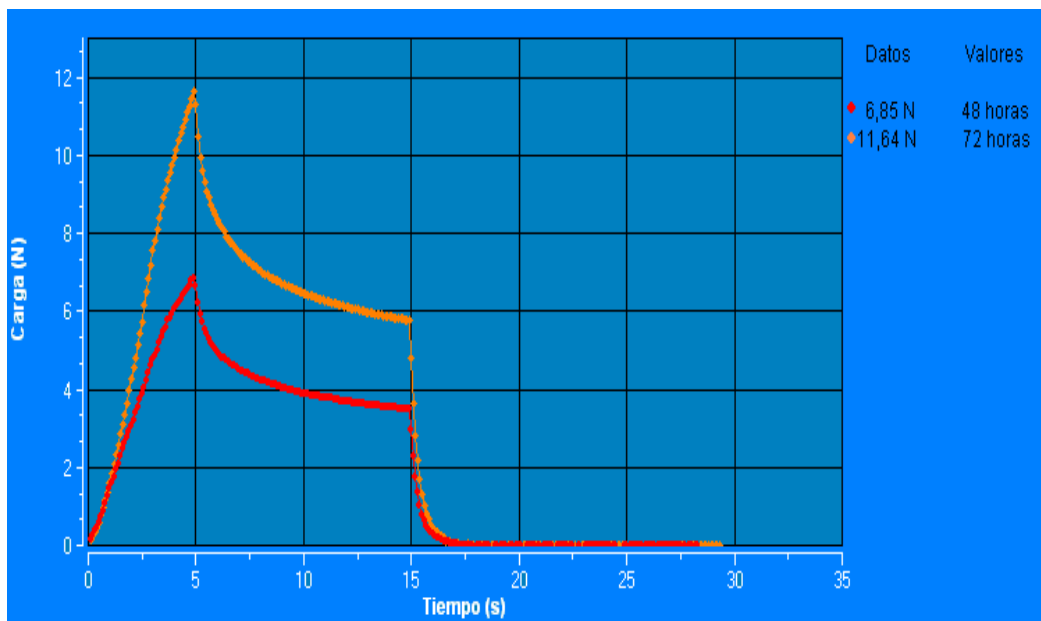
**Grafico 45.** Carga vs Tiempo (Tratamiento 5- Observación 1)



Tiempo máximo (curva uno; 3,4 s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

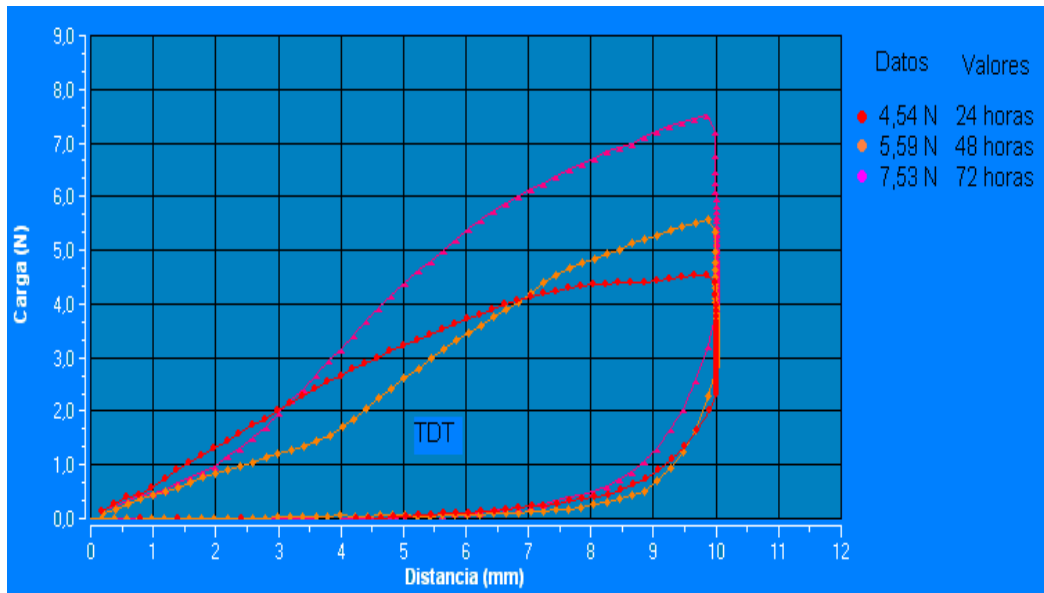
**Grafico 46.** Carga vs Tiempo (Tratamiento 5- Observación 1)



Tiempo máximo (curva dos 4,9s; curva tres 4,8s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

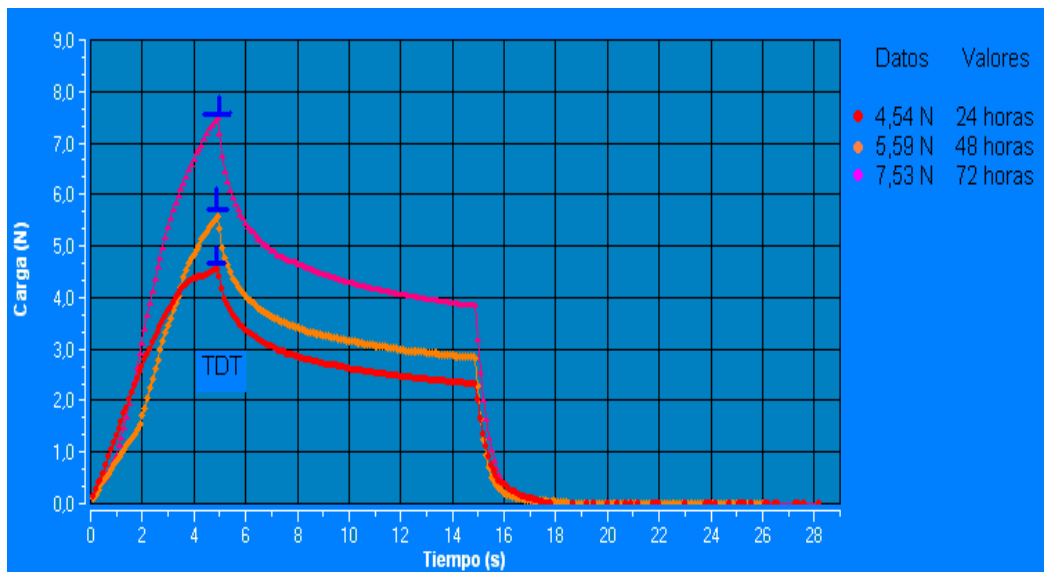
**Grafico 47.** Carga vs Distancia (Tratamiento 5- Observación 2)



Distancia máxima (curva uno 9,85mm; curva dos 9,87mm; curva tres 9,86mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

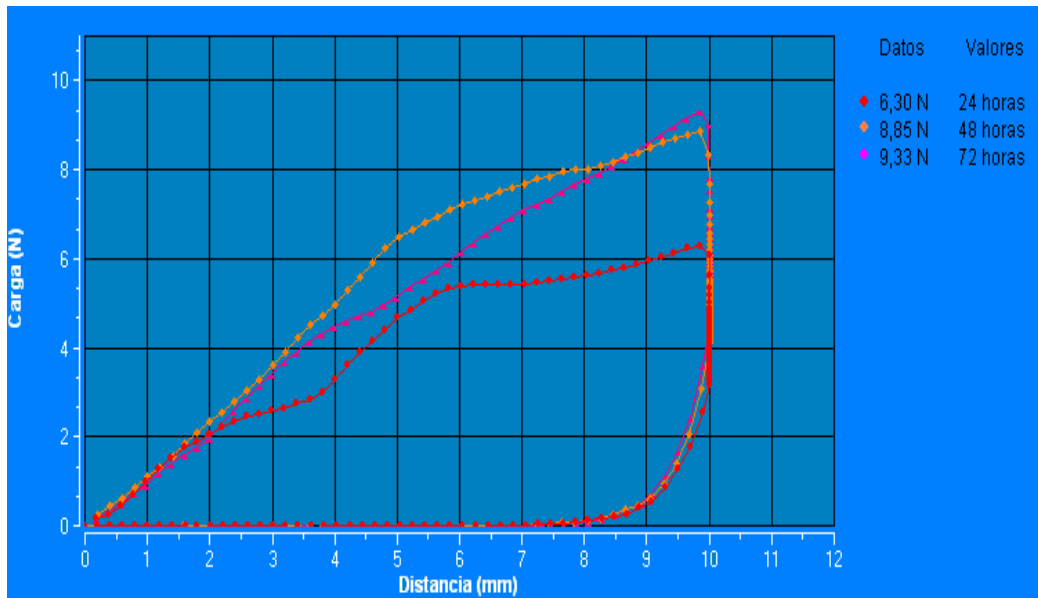
**Grafico 48.** Carga vs Tiempo (Tratamiento 5- Observación 2)



Tiempo máximo (curva uno 4,9s; curva dos 4, 9s; curva tres 4,9s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

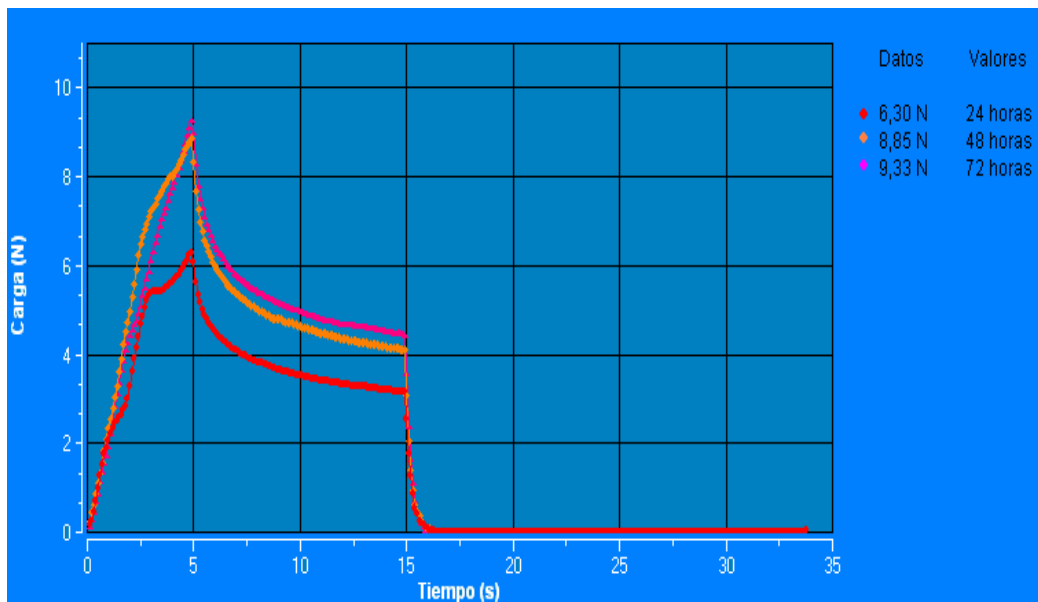
**Grafico 49.** Carga vs Distancia (Tratamiento 5- Observación 3)



Distancia máxima (curva uno 9,65mm; curva dos 9,86mm; curva tres 9,85mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

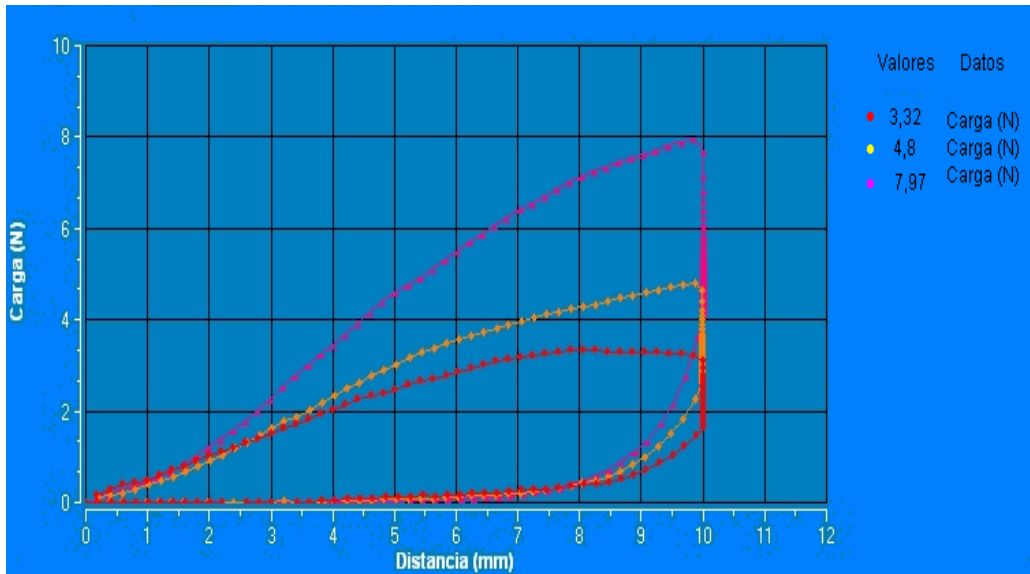
**Grafico 50.** Carga vsTiempo (Tratamiento 5- Observación 3)



Tiempo máximo (curva uno 4,8s; curva dos 4,9s; curva tres 4,9s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

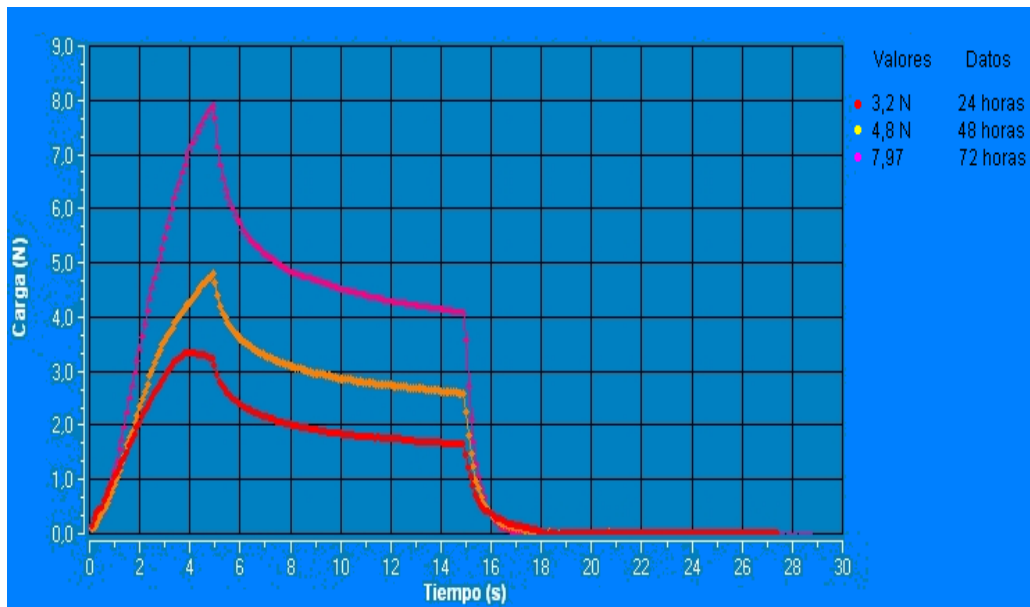
**Grafico 51.** Carga vs Distancia (Tratamiento control- Observación 1)



Distancia máxima (curva uno 7,86mm; curva dos 9,87mm; curva tres 9,85mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

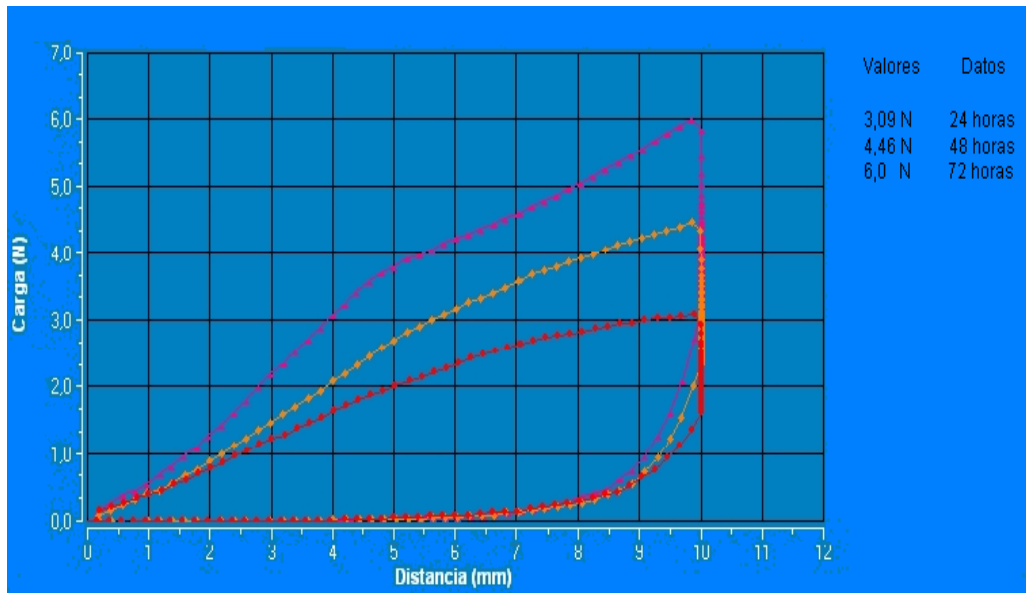
**Grafico 52.** Carga vs Tiempo (Tratamiento control- Observación 1)



Tiempo máximo (curva uno 3,9s; curva dos 4,9s; curva tres 4,9s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

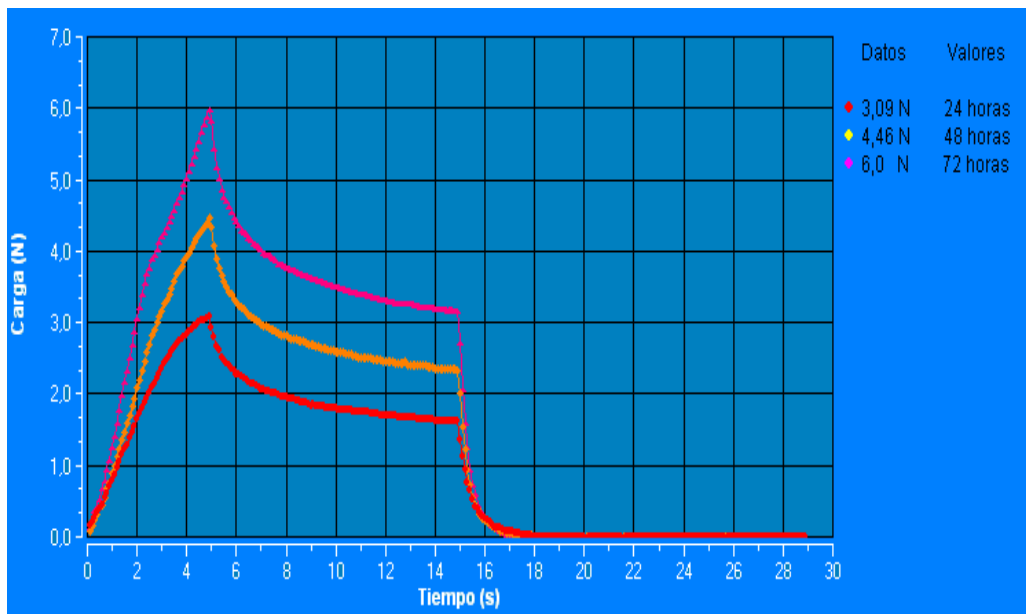
**Grafico 53.** Carga vs Distancia (Tratamiento control- Observación 2)



Distancia máxima (curva uno 9,89mm; curva dos 9,85mm; curva tres 9,85mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

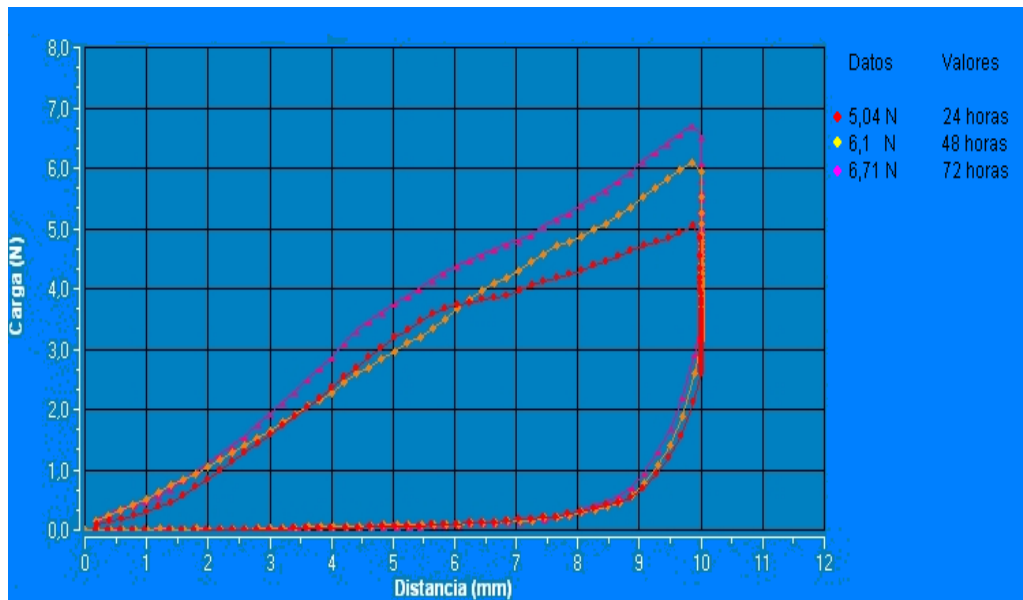
**Grafico 54.** Carga vs Tiempo (Tratamiento control- Observación 2)



Tiempo máximo (curva uno 4,9s; curva dos 4,9s; curva tres 4, 9s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

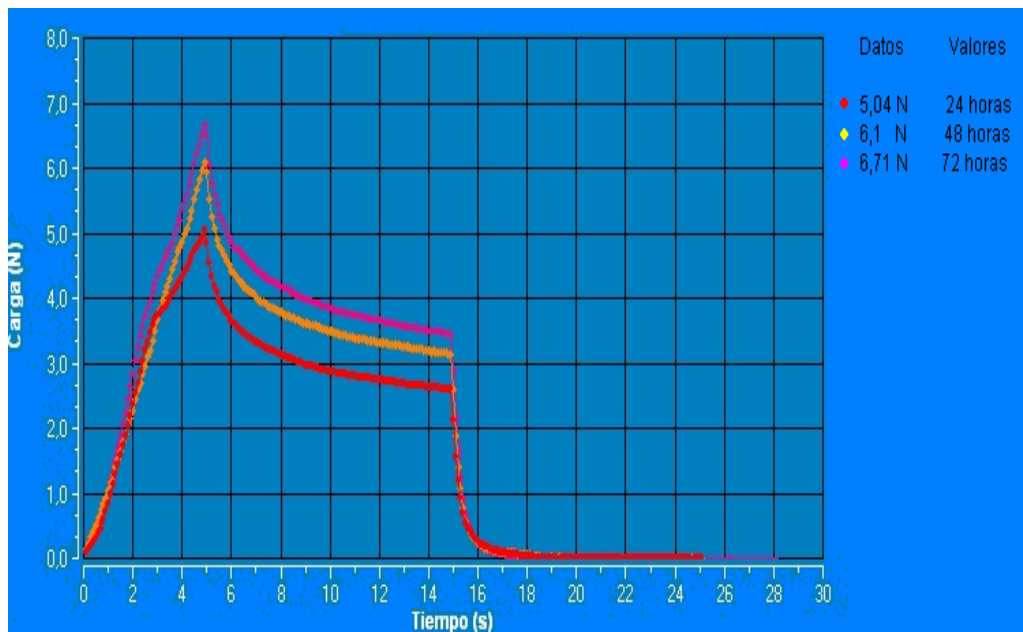
**Grafico 55.** Carga vs Distancia (Tratamiento control- Observación 3)



Distancia máxima (curva uno 9,87mm; curva dos 9,85mm; curva tres 9,86mm)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

**Grafico 56.** Carga vs Tiempo (Tratamiento control- Observación 3)



Tiempo máximo (curva uno 4,9s; curva dos 4,9s; curva tres 4,9s)

**Fuente:** Analizador de Textura Pro CT V1.2 Build 9

# **ANEXO H**

---

## **INSTRUCTIVO PARA USO DEL TEXTURÓMETRO**

---



## ***Página Test***

Use la página de Test para definir la muestra en que se efectuará el test, y el método de test que se requiere.

### **Escogiendo el Tipo de Test**

El Analizador de Textura CT3 puede realizar test de Compresión, APT, o tensión:

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

El *test de APT* es un test de Compresión especializado en el que algunas opciones se han configurado conforme al método de análisis de perfil de textura. Algunos cálculos (como la Cohesividad) solo son válidos si se usa el método de test APT.

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

Si se desea un cálculo específico, es mejor revisar los requerimientos del test para este cálculo antes de recolectar los datos. Los cálculos que no son válidos para el método de test usado se desactivarán.

### ***Definiendo el Método de Test***

Use esta ventana de control para definir el método de test que se quiere usar. Nota: Si el software está *en Modo Seguro*, no se pueden definir nuevos métodos de test. En cambio sí se pueden usar métodos existentes.

### ***Midiendo Longitud de Muestra***

Para que el instrumento mida la longitud de la muestra, siga los siguientes pasos:

- Pulse el botón de "Localizar Base" en la ventana de control "Ajustar anclaje" y siga las instrucciones.
- Verifique la ventana "Medir Longitud" en "Información Muestra" de la ventana de control.

Al inicio del próximo test, el instrumento medirá la longitud de la muestra. Es la longitud que quedará grabada en el archivo de datos, y se usará para el %deformación y los cálculos de tensión. Cualquier valor entrado manualmente en la ventana de edición de "Longitud" se ignorará.

### ***Describiendo la Muestra***

Use esta ventana de control para describir la muestra.

The screenshot shows a software window titled 'gizmos' with the following sections:

- Identificación Muestra**:
  - Nombre Producto: gizmos
  - Nº lote: 93
  - Nº muestra: Incrementar auto. (selected) / Config. Manualm. (unselected)
- Dimensiones Muestra**:
  - Medir longitud
  - Forma: Bloque (unselected) / Cilindro (selected)
  - Largo: 7 .00 mm
  - Ancho: 5 .00 mm
  - Profundidad: 3 .50 mm
  - Diámetro: 3 .50 mm
- Notas Muestra**: Enter additional notes here.

## MÉTODO: PAN, PANADERÍA



### APLICACIÓN

Establecer un método de ensayo de compresión estándar para evaluar la firmeza de los productos de panadería.

### OBJETIVO DE PRUEBA

La firmeza es aceptada como una medida de la frescura y la calidad. Este método es útil para medir la frescura y la calidad en el desarrollo de productos y control de calidad.

### PRINCIPIO DE LA PRUEBA

Cuantitativamente medir la fuerza requerida para comprimir la muestra de pan.

### ANTECEDENTES

La Asociación Americana de Químicos de Cereales (AACC) desarrolló un método estándar para la evaluación de las muestras de pan por deformación. La fuerza para comprimir una muestra de pan de una distancia específica simula apretando suavemente, como el consumidor al elegir su pan en el supermercado.

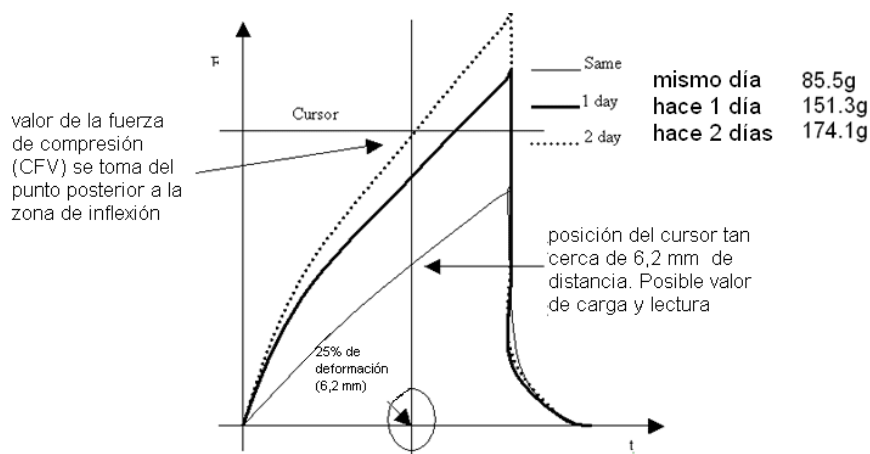
## MÉTODO

Una rebanada de pan 25 mm de espesor o dos rebanadas, 12,5 mm de espesor cada una se puede utilizar. Las rodajas se pueden cortar mecánicamente o con la mano; proporcionan al final tres rebanadas, las cuales se descartan y las costras no se eliminan. Un 38,1 mm Ø sonda (TA4/1000) a una velocidad de ensayo de 2 mm / s. La localización de los ensayos es el centro de la rebanada de pan, evitando las zonas no representativas de la miga. La muestra se sometió a 40% de deformación y la carga de compresión a 25% de deformación, se registra en unidades de Newton o gramos- fuerza. Prueba de un total de tres muestras por pan.

## DEFINICIONES

Fuerza de compresión Valor (CFV): La carga en gramos en el punto de compresión de 25%.

## LECTURA



## FACTORES EMPÍRICOS:

### Condiciones de ensayo que afectarán los resultados generados:

1. Tamaño de la muestra
2. Edad muestra
3. Punta de prueba empleado
4. Posición y centralización de la muestra

## **Condiciones de la muestra, que afectarán los resultados generados:**

1. Formulación y composición
2. Hornear o proceso tratamientos
3. Condiciones de almacenamiento imponen pan

## **PRUEBAS RELACIONADAS**

- ✓ TPA evaluación Tipo de muestra pan
- ✓ Medición de la Fuerza Pan y extensibilidad
- ✓ El estrés relajación como un indicador de envejecimiento del pan

## **DISCUSIÓN**

La estructura de pan se puede definir como un sólido de espuma coloidal, con múltiples bolsillos de dióxido de carbono distribuidos uniformemente a través de su cuerpo. El gluten forma la red interconectada que soporta el dióxido de carbono en pequeñas bolsas. El resultado final, cuando al horno es la textura de pan aireado; característica de pan. El análisis de textura proporciona una valiosa herramienta para conocer a fondo la calidad del pan. El método aplicado dentro de este estudio ha cuantificado claramente el efecto de endurecimiento en la resistencia de la matriz de gluten.

## **CONCLUSIÓN**

La medición de la textura descrita se ha demostrado para cuantificar las características físicas de una amplia gama de panes en las primeras etapas de su vida. La prueba de compresión simple es ideal para entornos de producción o de desarrollo en los que puede dar una indicación de endurecimiento o la formulación del producto en relación con potenciadores, calidad de la harina o el uso de aditivos tales como la alfa amilasa.

# **ANEXO I**

---

## **NORMAS**

## **INEN**

---