



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

“Desarrollo de un Pan Tipo Briollo con Sustitución Parcial de  
Harina de Trigo por Harina de Maíz y Chía”

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**  
**PROYECTO DE GRADUACION**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA DE ALIMENTOS**

Presentada por:

**Evelyne Yaritza Castro Burgos**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2015**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia mis Padres, mi Esposo y mi hijo, a mi abuela, mis tíos y a mi hermano; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mi directora de proyecto de graduación quién me ayudó en todo momento y amigos.

## DEDICATORIA

Dedico este TFG:

A mi Dios y a mis Virgencitas quienes están bendiciéndome todo el tiempo.

A mis padres quienes han sido mi apoyo durante toda mi vida.

A mi esposo Marco a quien amo y me alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mi hijo Marco Jr quien fue mi mayor motivación para decidirme a realizar este trabajo.

A mis tíos, abuela y hermano que siempre estuvieron apoyándome para retomar esta ardua tarea.

A mi Directora de TFG Ing Natasha Coello a mis Vocales

quienes nunca desistieron al enseñarme, y depositaron su esperanza en mí.

A los sinodales quienes estudiaron mi proyecto y lo aprobaron.

A mis dos amigos incondicionales que estuvieron prestos a no dejarme rendir Carmen y Richard y a todos los que me apoyaron para escribir y concluir este proyecto.

Para ellos es esta dedicatoria de proyecto de graduación, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

# TRIBUNAL DE SUSTENTACION

---

Ing. Jorge Duque R  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Natasha Coello G  
DIRECTORA DEL TFG

---

Ing. Fernando Peñafiel U.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Evelyne Yaritza Castro Burgos

## RESUMEN

El presente proyecto se basó en el desarrollo de un producto de consumo típico en la dieta diaria, como lo es el Pan, empleando formulaciones con sustitución de harina de trigo (principal ingrediente de este alimento), por una mezcla de harinas nacionales como: harina de maíz y chíá, con el propósito de colaborar con el objetivo del gobierno nacional de encontrar alternativas para disminuir las importaciones de este cereal.

Para poder obtener la formulación con las características más óptimas de: textura (dureza), estabilidad (Humedad y Actividad de Agua) y cualidades sensoriales, se utilizaron varios métodos estadísticos (Diseños experimentales), que permitieron comparar el comportamiento de cada formulación con sustitución y del patrón de referencia (fórmula 100 % trigo o sin sustitución).

Se realizó mediciones de dureza, a través del tiempo de vida útil de los prototipos y el patrón (4 días), y mediante los resultados se observó que ninguno de éstos prototipos compartía la misma media que el producto patrón, sin embargo esto favoreció a las muestras, ya que poseían valores medios menores de dureza, lo cual indicó que eran más suaves y esponjosas.

Los análisis de actividad de agua y humedad efectuados también a las 3 pruebas junto con el patrón, demostraron que la fórmula del 50 % de sustitución de trigo, era la que poseía características más óptimas y más parecidas al producto patrón (Pan 100 % Trigo).

Además, se realizó una prueba sensorial de aceptación y de preferencia, en la que participaron los 3 prototipos, en ella se obtuvo que: la sustitución del 50 % de Trigo, tenía cualidades más idóneas para los consumidores en el ámbito sensorial, debido a que los panelistas lo percibieron con mejor color de corteza, mejor calidad de miga, más suave y más esponjoso y con un agradable sabor (gracias a la incorporación del maíz en la preparación del Pan).

Todo lo antes mencionado, implica que el Pan tipo Briollo con sustitución parcial del 50 % de harina de trigo, tendrá aceptación por parte de los consumidores de este producto y por lo tanto se considera una excelente alternativa para contribuir con el gobierno nacional en la reducción de las importaciones.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
RESUMEN	ii
ÍNDICE GENERAL	iv
ABREVIATURAS	vi
SIMBOLOGIA	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. GENERALIDADES	3
1.1 Productos de Panadería	3
1.2 Importación de la harina de trigo	4
1.2.1 Aumento en el costo de la harina de trigo	6
1.3 Sustitución de la harina de trigo por otras harinas	9
1.3.1 Efecto de la sustitución de la harina de trigo	10
1.4 Descripción del nuevo producto	11
1.4.1 Harinas aplicadas en la formulación del nuevo producto	11
1.5 Objetivos Generales	13
1.6 Objetivos Específicos	13
<b>CAPÍTULO 2</b>	
2. METODOLOGIA	15

2.1 Caracterización de las materias primas	15
2.2 Proceso de elaboración de la muestra patrón	25
2.3 Diseño Experimental para la elaboración de prototipos	28
2.4 Análisis Físico-químico	31
2.5 Análisis Sensorial	33

### **CAPÍTULO 3**

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
3.1 Evaluación y análisis de resultados del Diseño Experimental	38
3.2 Evaluación y Análisis de Resultados Físico-químico	40
3.3 Evaluación y Análisis de Resultados Sensoriales	46
3.4 Selección de formulación y caracterización del Pan tipo Briollo seleccionada	53
3.5 Establecimiento del tiempo de vida útil sensorial del Pan tipo Briollo	55
3.6 Costos De Fabricación del Pan Tipo Briollo seleccionado	56
3.6.1 Comparación del costo del Pan tipo Briollo frente a los panes de Harina de trigo	59

### **CAPÍTULO 4**

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
-----------------------------------	----

### **ANEXOS**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## ABREVIATURAS

LDL	Light Density Lipoprotein
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MIPRO	Ministerio de Industrias y Productividad
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
FAO	Food and Agriculture Organization
SICA	Servicio de Información Agropecuaria
SCJ	Suma de cada Juez
SCP	Suma de cada Producto
SCT	Suma Total de cada Puntaje

## SIMBOLOGÍA

$\Sigma$	Sumatoria
=	Igual
$\neq$	Desigual
T°	Temperatura
g	Gramos
%	Porcentaje
Mm	Milímetros
aw	Actividad de agua
>	Mayor
<	Menor
D	Dureza
° C	Grados Centígrados
A	Vitamina A
B1	Vitamina B1
B5	Vitamina B5
C	Vitamina C
D	Vitamina D
E	Vitamina E
K	Vitamina K
TM	Toneladas métricas
Ha	Hectáreas
Kg	Kilogramos

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1 Productos de Panadería	3
Figura 1.2 Precios Internacionales del Trigo	8
Figura 2.1 Amasadora	26
Figura 2.2 Pan Patrón 100 % Trigo	28
Figura 2.3 Equipo CT3 Texture Analyzer	32
Figura 2.4 Equipo AquaLab Series 3	33
Figura 2.5 Equipo Balanza infrarroja automática	33
Figura 3.1 Análisis de Varianza Dureza	38
Figura 3.2 Comparación de medias de Dureza por método Tukey	40
Figura 3.3 Grafico Comparativo de promedios de volumen	40
Figura 3.4 Grafico Comparativo de promedios de Pesos	41
Figura 3.5 Grafico de Evolución de Dureza vs Tiempo	42
Figura 3.6 Grafico de Evolución de Actividad de agua vs Tiempo	44
Figura 3.7 Grafico de Evolución de Contenido de Humedad vs Tiempo	45
Figura 3.8 Análisis de Varianza Color de Corteza	47
Figura 3.9 Análisis de Varianza Color de Miga	48
Figura 3.10 Análisis de Varianza Sabor	49
Figura 3.11 Análisis de Varianza Suavidad/Esponjosidad	50
Figura 3.12 Análisis de Varianza Crocancia	52
Figura 3.13 Grafico Comparativo de Atributos evaluados sensorialmente	54

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
Tabla 1	Información Nutricional Harina de Trigo	16
Tabla 2	Información Nutricional Harina de Maíz	17
Tabla 3	Información Nutricional Harina de Chía	18
Tabla 4	Porcentajes de materias primas para la formulación muestra	
	Patrón	25
Tabla 5	Variables para el diseño dureza	29
Tabla 6	Hipótesis para Análisis de Varianza Dureza	29
Tabla 7	Escala Hedónica	34
Tabla 8	Variables para el Diseño Sensorial	35
Tabla 9	Hipótesis para Análisis de Varianza Sensoriales	36
Tabla 10	Formula seleccionada Pan tipo Briollo	55
Tabla 11	Costo de materias primas del Pan tipo Briollo seleccionado	56
Tabla 12	Costo de mano de obra del Pan tipo Briollo seleccionado	57
Tabla 13	Costo de suministros básicos del Pan tipo Briollo seleccionado	58
Tabla 14	Costo de Fabricación del Pan tipo Briollo seleccionado	59
Tabla 15	Costo de materias primas del Pan tipo Briollo 100 % Trigo	60
Tabla 16	Costo de mano de obra del Pan tipo Briollo 100 % Trigo	61
Tabla 15	Costo de suministros básicos del Pan tipo Briollo 100 % Trigo	62
Tabla 16	Costo de Fabricación del Pan tipo Briollo 100 % Trigo	63

## INTRODUCCIÓN

El desayuno diario típico en la mayoría o casi todas las familias del mundo, incluye como ingrediente principal el pan. En el país, el pan que mayor demanda y agrado por los consumidores tiene es el de harina de trigo, debido a las características sensoriales que este cereal proporciona a este producto como calidad de miga, suavidad, esponjosidad y sabor particular.

Sin embargo, un problema de gran importancia para el gobierno nacional es el dinero que se gasta en importaciones de trigo. Por esta razón, actualmente existen varios proyectos, para encontrar alternativas nacionales para reemplazar esta materia prima.

El propósito principal del presente proyecto es reducir la cantidad de harina de trigo en la elaboración de pan, para contribuir de alguna manera con el objetivo del gobierno.

La formulación alternativa está propuesta por una mezcla de harinas de maíz y de semilla de chía, evaluada mediante pruebas físicas y sensoriales, para brindar al consumidor una opción similar al pan de trigo, que cubra sus expectativas.

Se determinara el tiempo de vida útil del prototipo escogido en base a los análisis físicos químicos y organolépticos.

También se realizara el estudio de costos comparándolos entre el Pan tipo Briollo 100 % Trigo frente al Pan tipo Briollo con el % de sustitución escogido en base a las pruebas físicas química y sensorial que se realizaran a lo largo del proyecto.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Productos de Panadería

Existe una gran variedad de productos que pueden elaborarse en una panadería, tales como pan y panes especiales, bollería dulce y salada, pasteles con relleno o sin él y coberturas, empanadas, bombones, turrónes, etc. A cada tipo de producto le corresponde un proceso de fabricación determinado, con sus etapas concretas y particulares. (1)



**Figura 1.1 Productos de Panadería**

Principalmente, el pan ha sido un alimento básico en la dieta del ser humano desde tiempos remotos. Casi todas las personas, independientemente de su edad o condición social, consumen pan de uno u otro tipo. (23)

El cereal más utilizado para la elaboración del pan es el trigo, sin embargo, también se utiliza el centeno, la cebada, el maíz y el arroz. (27)

## **1.2 Importación de la harina de trigo**

El trigo es, junto con el arroz y la cebada, el cereal de mayor importancia en Ecuador. El consumo nacional de trigo supera las 450 000 TM/año, resultando en un consumo per capita superior a 30 kg/año (SICA, 2002). Sin embargo, según datos hasta el 2007, el Ecuador importa el 98% de los requerimientos internos de trigo y tan solo el 2% (9 000 TM) es producido a nivel local (Banco Central del Ecuador, 2007). Adicionalmente, el Ecuador registra la productividad más baja de trigo en Latinoamérica con 0.6 TM/ha (INEC-MAG-SICA, 2002), mientras que, el rendimiento promedio mundial es superior a 1.3 TM/ha y en países desarrollados, ubicados en latitudes altas, los rendimientos registrados alcanzan las 6.0 TM/ha (Rajam y Braun, 2008). (13)

Esta realidad convierte a Ecuador en un país totalmente dependiente de las importaciones del cereal para el abastecimiento de la demanda nacional, sin capacidad actual de autosuficiencia.

A partir de 1970, países desarrollados, en especial los EEUU, empezaron programas de subsidio agrícola que permitieron ofertar trigo de bajo costo a mercados internacionales. En Ecuador también se implementaron programas de subsidio al trigo desde entonces hasta la década de los 80's (INIAP, 2005), pero este subsidio fue para importarlo y no para producirlo. Consecuentemente, el Ecuador empezó a importar trigo de menor costo al de producción nacional forzando, bajo esta nueva situación, a los productores ecuatorianos a abandonar su cultivo y reemplazarlo por otros rubros agrícolas más rentables en ese entonces como papa y pastos para ganadería. El descenso de la producción nacional de trigo fue radical y violento, de tal manera que, la producción nacional registrada en 1960 en 200 000 ha, se redujo a 75 000 ha en 1970 (MAG, 1971). La reducción continuó en los años subsiguientes, registrándose en 1980 una producción nacional de 31 000 ha (MAG, 1989). En el año 2006, el área dedicada a la producción de trigo fue de tan solo 8 000 ha aproximadamente. (13)

### **1.2.1 Aumento en el costo de la harina de trigo**

El precio del trigo ha registrado incrementos significativos en los últimos años (FAO, 2008b) (9), por lo que el precio de los subproductos de este cereal, como la harina, han registrado también un aumento considerable, de manera general, para la mayoría de los países no exportadores, alrededor del mundo.

Existen varios factores que han ocasionado estos incrementos en los precios, no sólo de los cereales, sino de los alimentos en general. Entre los más importantes se puede citar al reemplazo del área dedicada a cultivar productos alimenticios por cultivos empleados en la producción de biocombustibles (von Braun, 2008a; Young, 2008). Adicionalmente, el incremento del precio del petróleo ha influido en el aumento de los costos directos de producción agrícola, ya que, los fertilizantes derivados del petróleo han experimentado un alza del 300% en su precio (FAO, 2007). (13)

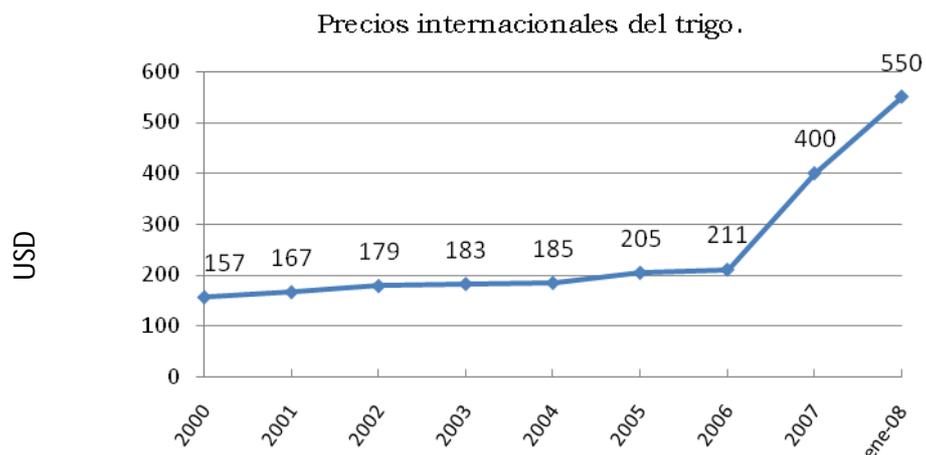
Otro importante factor que ha influido en el incremento del precio de los alimentos, y entre estos, el incremento del precio del trigo, ha sido el aumento de la demanda de alimentos por parte de países asiáticos como China con un crecimiento económico

sostenido (von Braun, 2008b). Así, entre 2005 y 2007, el Producto Interno Bruto (PIB) real de los países de la región han incrementado en alrededor de 9% anual, significando un mayor nivel de ingresos en su población y cambios en las preferencias alimentarias, demandando diferente tipo de alimentos como frutas, carnes y lácteos en lugar de granos y otros cultivos básicos (von Braun, 2008a). Este distinto patrón de consumo ejerce un impacto sobre la producción de cereales, ya que, en algunos casos, requiere el reemplazo del cultivo y en otros, el cambio del destino de la producción de cereales para alimentar a animales y no a humanos. Estos factores, entre otros, han determinado que el precio del trigo registre precios récord. El Ecuador se ha visto afectado por esta situación mundial y han tomado medidas como subsidios a la harina de trigo, destinada para la elaboración de pan, que es la forma principal de uso del cereal. (13)

El subsidio a la harina de trigo ha resultado extremadamente alto; así, desde enero 2008 hasta julio 2008 el Gobierno Nacional ha gastado más de 10'000.000 (MIC, 2008). De acuerdo a esta información, un año continuo de subsidio a la importación triguera representaría aproximadamente 20'000.000 usd. (13)

Existen otros factores menos cuantificables (cambio climático, patrones de uso y consumo) que están amenazando la producción agrícola, los cuales en un futuro cercano podrían ser causantes de un incremento aún mayor en los costos de producción de trigo. (13)

El precio del trigo se ha mantenido constante durante las dos últimas décadas, registrándose ligeros incrementos a partir del año 2000 (FAO, 2008) (Figura 1). Sin embargo, a partir del año 2007, los precios de venta de los cereales se han duplicado (Chicago Board of Trade, 2008) y existen razones de demanda que sustentan que el valor de materias primas (Commodities) se mantendrá por un período indeterminado. (13)



**Figura 1.2. Precios internacionales del trigo entre los años 2000 hasta enero 2008 (Chicago Board of Trade, 2008).**

Por lo tanto, el Ecuador debe invertir en investigación y preparación de investigadores y los Gobiernos deberán apoyar con recursos económicos que requieran todos los procesos de investigación. “Un país no puede, salvo subsidios, controlar los efectos de la producción y precios de cultivos producidos en otros países, pero si puede manejar efectos y consecuencias externas con su propia producción y bajo adecuadas políticas” (Tola, 2007). (13)

### **1.3 Sustitución de la harina de trigo por otras harinas**

Más de \$ 200 millones en trigo importa Ecuador para la producción de harina para pan y el objetivo del Gobierno Nacional, a corto plazo, es disminuir a \$ 15 millones esta cifra. En 2012, este producto representó 570.000 toneladas, de las que el 70% se utilizó en panadería y galletería. (8)

El Presidente Rafael Correa, destacó que el pan, principal alimento de base, es un producto totalmente importado, ya que casi todo el trigo se lo adquiere en el exterior, por lo que tenemos que ir incorporando producto nacional y nace la necesidad de sustituir parcialmente con harina de cereales y tubérculos nacionales. (8)

Las corrientes alimentarias alternativas alertan, además, de que el exceso de trigo puede perjudicar la salud. Especialmente desde la medicina natural, son muchos los profesionales que alertan sobre los riesgos del trigo, un cereal cuya genética, dicen, ha sido alterada tras tantísimos años de cultivo en los que se ha intentado tener siempre las mejores cosechas, al tratarse de un cereal de cultivo masivo. De esta manera, se ha modificado la estructura interna del cereal y las enzimas, aseguran, no han logrado adaptarse. (5)

### **1.3.1 Efecto de la sustitución de la harina de trigo**

Como se mencionó anteriormente, en el país, el gasto en la importación de harina de trigo, en los tiempos actuales, es bastante elevado.

La sustitución parcial de ésta por harinas nacionales, en productos como el pan, traería grandes ventajas, con tan solo sustituir un pequeño porcentaje, como lo demostró el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), quienes presentaron un pan con 5% de harina de banano, con el cual se reducirá en miles de toneladas la importación de este cereal. “Solo con 5% de la fruta se sustituirían 20.000 toneladas de trigo”, señaló el presidente de la República. (6)

## **1.4 Descripción del nuevo producto**

Debido a la necesidad de sustituir progresivamente la cantidad importada de harina de trigo para la producción de pan y otros productos de panadería y pastelería en el país, surge el proyecto de incluir cereales y semillas nativas, que además de disminuir los costos de fabricación, poseerán excelentes cualidades nutricionales y beneficios para la salud.

Se partirá de sustituciones parciales de la harina de trigo, con combinaciones de harina de maíz y chía, para obtener un pan tipo briollo, que además resultará agradable al gusto y aportará al consumidor de manera saludable y económicamente.

### **1.4.1 Harinas aplicadas en la formulación del nuevo producto**

Las harinas que se utilizarán para realizar el producto con sustitución de trigo son harina de maíz y chía.

La harina de maíz, se destaca por su alto contenido en fibras, así como la presencia de vitaminas A, B1, B5, C, E y K, además de una larga lista de minerales entre los que se destacan el calcio, fósforo, zinc, magnesio y potasio. También posee un contenido en calorías considerado de los más altos entre los cereales, así como

carbohidratos complejos y una buena dosis de aminoácidos y ácidos grasos esenciales, como el linoleico. (18)

El ácido linoleico que tiene la harina de maíz posee varias funciones en el cuerpo humano tales como: defensa antioxidante, mejora lípidos en sangre, ayuda a normalizar la tolerancia a la glucosa y mejora la hiperinsulinemia, actúa como inhibidor de la actividad de la enzima lipoproteína lipasa. (18)

Por el alto contenido de fibras, que posee la harina resulta beneficiosa para prevenir trastornos digestivos, problemas como las hemorroides o el cáncer de colon, reduce los niveles de colesterol malo y el riesgo de padecer estreñimiento. El calcio, permite fortalecer todo el sistema óseo y estimular su crecimiento, así como los dientes, las uñas, el pelo, y para trabajar la tonificación y elasticidad de los músculos. El potasio, beneficia la salud cardíaca y el sistema nervioso, la estructura muscular y la liberación de adrenalina. El fósforo, beneficia los riñones, la estructura ósea y dental, y permite la regeneración celular. Contiene beta-criptoxantina, un carotenoide muy eficiente para fortalecer la función pulmonar, y reducir el riesgo de cáncer en estos órganos. (18)

La semilla de chía, la cual al igual que la harina de maíz, cuenta con numerosos beneficios para los seres humanos. La semilla de chía

ayuda a reducir el colesterol LDL o más conocido como colesterol malo y los triglicéridos, proporciona sensación de saciedad ayudando a controlar el apetito lo que permite regular el peso corporal. (21) También ayuda a regular la coagulación de la sangre, permite el crecimiento y la regeneración de tejidos durante el embarazo y lactancia, es la mayor fuente vegetal de ácido grasos omega 3. Además, contiene proteínas completas proporcionando todos los aminoácidos esenciales (importante para las personas vegetarianas). (21) Ayuda a mejorar la salud cardiovascular, facilitar la digestión, aumentar la inmunidad, mejorar la movilidad y funcionamiento de las articulaciones, reforzar los niveles de energía y concentración. (21)

### **1.5 Objetivos Generales**

- Aportar en la reducción de importación de trigo y en la reducción de costos en la fabricación de pan, elaborando un pan tipo briollo con sustitución parcial de harina de trigo.

### **1.6 Objetivos Específicos**

- Determinar prototipos a partir de una fórmula base sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de maíz y chía.

- Determinar el mejor prototipo, mediante pruebas sensoriales de aceptación y preferencia del producto.
- Comparar el mejor prototipo, con respecto a la muestra patrón, para determinar su tiempo de vida útil midiendo parámetros físicos y organolépticos.
- Determinar el costo de fabricación del producto para definir el precio de venta al público del pan tipo briollo.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Caracterización de las Materias Primas

El pan tipo briollo está conformado por: harina de trigo, como harina base para la fórmula patrón y por una combinación de harina de maíz y chía, sustituyendo porcentajes de trigo para el nuevo producto. Otros ingredientes que forman parte de la formulación son: azúcar, huevos, sal, levadura, grasa vegetal y un aditivo regulador.

Las funciones y especificaciones de todos los ingredientes que formaron parte en la elaboración del pan tipo briollo son:

**Harina de trigo:** Se obtiene de la molienda del trigo, contiene una proporción de dos proteínas principales (gliadina y glutenina), que

al unirse en presencia del agua forman la estructura del pan (gluten). (15).

El uso de la harina de trigo en el pan, es por el aporte del gluten, proteína que le otorga al pan elasticidad y consistencia (26) y otras propiedades como: capacidad de absorción y retención del agua, capacidad de retener el gas carbónico (15)

**TABLA 1.**

**INFORMACIÓN NUTRICIONAL HARINA DE TRIGO**

<b>GRUPO</b>	<b>Cereales</b>
Porción comestible	1
Agua (ml)	10
Energía (Kcal)	348
Carbohidratos (gr)	80
Proteínas (gr)	9,3
Lípidos (gr)	1,2
Colesterol (mgr)	0
Sodio (mgr)	5,1
Potasio (mgr)	146
Calcio (mgr)	15
Fósforo (mgr)	102
Hierro (mgr)	1,1
Retinol (mg)	71
Ácido ascórbico (C) (mgr)	0
Riboflavina (B2) (mgr)	0,06
Tiamina (B1) (mgr)	0,09
Ácido fólico (mgr)	22
Cianocobalamina (B12) (mgr)	0
Fibra vegetal (gr)	3,4
Ácidos Grasos Poliinsaturados (gr)	0,75
Ácidos Grasos Monoinsaturados (gr)	0,2
Ácidos Grasos Saturados (gr)	0,25
Ácido Linoleico (gr)	0,7
Ácido Linolénico (gr)	0,05

**Fuente:** Nutriguia (Harina de Trigo: Composición Nutricional), [http://nutriguia.com/?id=harina\\_de\\_trigo;t=STORY;topic=alimentos](http://nutriguia.com/?id=harina_de_trigo;t=STORY;topic=alimentos)

### Harina de Maíz:

Se obtiene moliendo granos de maíz blancos o amarillos, y se encuentra normalmente en diversos grados de refinado. (16)

Le da un sabor especialmente rico al pan y hace que la miga tenga un apetitoso color dorado. (27) En la elaboración de productos de repostería incrementa la textura de los pasteles (11). El almidón de Maíz que contiene esta harina, por lo regular se utiliza en alimentos como agente para espesar y engrosar preparaciones. (20)

**TABLA 2.**  
**INFORMACIÓN NUTRICIONAL HARINA DE MAÍZ**

GRUPO	Cereales
Porción comestible	1
Agua (ml)	9,6
Energía (Kcal)	344
Carbohidratos (gr)	76
Proteínas (gr)	8,7
Lípidos (gr)	2,7
Colesterol (mgr)	0
Sodio (mgr)	45
Potasio (mgr)	128
Calcio (mgr)	12
Fósforo (mgr)	58
Hierro (mgr)	2
Retinol (mg)	0
Ácido ascórbico (C) (mgr)	0
Riboflavina (B2) (mgr)	0,1
Tiamina (B1) (mgr)	0,5
Ácido fólico (mgr)	0
Cianocobalamina (B12) (mgr)	0
Fibra vegetal (gr)	3
Ácidos Grasos Poliinsaturados (gr)	0
Ácidos Grasos Monoinsaturados (gr)	0
Ácidos Grasos Saturados (gr)	0
Ácido Linoleico (gr)	0
Ácido Linolénico (gr)	0

**Fuente:** Nutriguia (Harina de Maíz: Composición Nutricional), [http://nutriguia.com/?id=harina\\_de\\_maiz;t=STORY;topic=alimentos](http://nutriguia.com/?id=harina_de_maiz;t=STORY;topic=alimentos)

### Harina de Chía:

La inclusión de chía en formulaciones de pan incrementa significativamente el contenido de proteínas, lípidos, cenizas y el contenido en fibra dietética. En cuanto al contenido en minerales también puede observarse un incremento significativo. (22)

**TABLA 3. INFORMACION NUTRICIONAL**

#### HARINA DE CHIA

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	Harina de Chía (Porción 25 gr)		%VD(*)
	2 cucharas soperas		
	100gr	Porción	
Energía (Kcal)	300	75	4%
Carbohidratos (g)	14	3,5	1%
Proteínas (g)	27	6,75	7%
Grasas totales (g)	18,5	4,625	8%
Grasas saturadas (g)	2	0,5	2%
Grasas monoinsaturadas (g)	1,3	0,325	
Grasas polinsaturadas (g)	15,2	3,8	
> Omega 9		0	
> Omega 6	3,7	0,925	
> Omega 3	11,3	2,825	
Colesterol (mg)	0	0	
Grasas Trans (g)	0	0	
Fibra alimentaria (g)	38	9,5	35%
> Fibra soluble	4,1	1,025	
> Fibra insoluble (g)	31,1	7,775	
Sodio (mg)	13,6	3,4	0%
Calcio (mg)	700	175	
Potasio (mg)	690	178	
Hierro (mg)	712	178	1271%
Magnesio (mg)	6,8	1,7	3%
Zinc (mg)	6,8	1,7	24%
Fósforo (mg)	712	178	25%

**Fuente:** <http://www.tecnobotanica.com.ar/wp-content/uploads/harina.jpg>

**Azúcar:**

En panificación se utiliza la sacarosa o azúcar de caña. Este compuesto químico cumple con las siguientes funciones en panificación (15):

- Sirve de alimento para la levadura.
- Ayuda a una rápida formación de la corteza del pan debido a la caramelización del azúcar, permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del pan para que pueda cocinarse.
- Absorbe humedad, otorgándole suavidad al producto. (15)

**Manteca vegetal:**

Se obtienen sometiendo las semillas a un proceso de prensado (girasol, maní, ajonjolí, etc.).

Las grasas proporcionan al pan las siguientes propiedades:

- Elasticidad.
- Propiedad de incorporar aire a la masa en el proceso de batido fuerte, en unión con azúcar o harina (punto de cremar).
- Mejora la apariencia, produciendo un efecto lubricante.
- Aumenta el valor alimenticio, las grasas de panificación suministran 9.000 calorías por kilo.

- Mejora la conservación, la grasa disminuye la pérdida de humedad y ayuda a mantener fresco el pan. (15)

**Huevos:**

Los huevos son un ingrediente importante en la composición de algunos tipos de panes y de casi todos los productos de bollería y pastelería. (19)

En panificación, los huevos tienen las siguientes funciones:

- Dar estructura: al igual que la proteína del gluten, la proteína del huevo se coagula, lo que da estructura a los productos de panadería. Esto es especialmente importante en los pasteles de alta proporción, en los que el alto contenido de azúcar y grasa debilitan el gluten.
- Si se utilizan en grandes cantidades, los huevos causan que los productos de panadería queden duros o chiclosos, a menos que la fórmula se equilibre con grasas y azúcares, que son suavizantes.
- Emulsificar grasa y líquido: las yemas contienen emulsificantes naturales que ayudan a producir masas tersas. Esto contribuye al volumen y textura de los panes.
- Leudar: los huevos batidos incorporan el aire en pequeñas celdas o burbujas. El aire atrapado en una masa se expande al calentarse, y ayuda así a la acción leudante.

- Acortar las fibras del gluten: la grasa que contienen las yemas lubrica y acorta las fibras de gluten. Esta es una función importante en aquellos productos con bajo contenido de otras grasas.
- Hidratar: los huevos son agua en su mayor parte. Esta humedad se debe calcular como parte del líquido total en una fórmula. Por ejemplo, si usted sustituye huevos enteros por yemas, o si utiliza huevos en polvo, ajuste el líquido en la fórmula de acuerdo con el contenido de humedad de estos productos.
- Dar sabor.
- Aumentar el valor alimenticio.
- Dar color: las yemas imparten un color amarillo a las masas y pastas. Además, como los huevos doran con facilidad, contribuyen a dar color a la corteza. (19)

**Agua:**

Se utiliza en el amasado, para favorecer a la mezcla. Adicionando la adecuada cantidad de agua a la harina, las proteínas gliadina y glutenina, forman el gluten, que finalmente será responsable del volumen de la masa. (15)

La calidad y composición del agua influye en la formación de la masa, se sabe que las aguas con un carácter ácido endurecen la

red de gluten, mientras que las alcalinas suavizan la masa (15), razón por la cual se debe tener en cuenta el pH del agua y utilizar agua tratada o de mesa.

Las funciones del agua en panificación son:

- Formación de la masa: el agua es el vehículo de transporte para que los ingredientes al mezclarse formen la masa. También hidrata el almidón que junto con el gluten dan por resultado la masa plástica, suave y elástica.
- Fermentación: para que las enzimas puedan actuar hace falta el agua para que puedan difundirse a través de la pared o la membrana que rodea la célula de levadura.
- El agua es el que hace posible la propiedad de plasticidad y extensibilidad de la masa, de modo que pueda crecer por la acción del gas producido en la fermentación.
- Efecto en el sabor y la frescura: el agua hace posible la porosidad y el buen sabor del pan. (15)

#### **Levadura Fresca:**

La levadura para panadería es un microorganismo microscópico que viene de la especie *Saccharomyces Cerevisiae*, ayuda a generar alcohol y CO<sub>2</sub> de acuerdo a las necesidades de la industria panadera. (1)

La levadura provoca la fermentación de los azúcares, que se traduce en una liberación de CO<sub>2</sub>, que facilita el crecimiento del pan y la formación de una estructura alveolada. (1) Además, aumenta el valor nutritivo al suministrar el pan proteína suplementaria. (15)

**Sal:**

La sal a utilizar en panificación debe ser de granulación fina, poseer una cantidad moderada de yodo para evitar trastornos orgánicos, garantizar una pureza por encima del 95% y debe ser blanca (yodo 0.004).

Las funciones de la sal en panificación son:

- Mejorar el sabor, fortalecer el gluten, puesto que le permite a la masa retener el agua y el gas.
- La sal controla o reduce la actividad de la levadura, ejerce una acción bactericida, no permitiendo fermentaciones indeseables dentro de la masa.
- Las proporciones recomendables de sal a utilizar son: desde 1.5 hasta 3.0%.

**Regulador Súper F Premium:**

Está compuesto por enzimas, emulsificantes, oxidantes y un % más alto de hidrocoloides (gomas) para asegurar una mayor

absorción de agua, asegurando un tiempo de vida útil de productos enfundados en un anaquel. (1)

- Es un mejorador exclusivo para las industrias panificadoras, que elaboran productos enfundados con un tiempo de vida más allá de 12 días.
- Ideal para procesos industriales y semindustriales con (maquinarias) amasadoras, rápidas y ultrarrápidas.
- Se obtienen panes con: corteza fina paredes firmes, miga uniforme y esponjosa, mayor volumen, y además excelente sabor.
- Mayor absorción de agua en las masas.
- Reduce el tiempo de amasado por efecto de las enzimas (menos consumo de energía).
- Mayor tolerancia a un sobre amasado (mayor volumen en los panes).
- Regula las variaciones de calidad de la harina (producciones estables y uniformes).
- Mayor uniformidad a las piezas de pan.
- Corteza más fina, suaves y de mejor color. (15)

## **2.2 Proceso de Elaboración de la Muestra Patrón**

La descripción del proceso de elaboración del pan tipo briollo, se detalla especificando tiempos, temperaturas y parámetros de control en cada etapa. Anexo 1.

### **Recepción:**

Las materias primas perecibles tales como: huevos, manteca vegetal, levaduras, se almacenan en refrigeración y las materias primas no perecibles (productos secos) como: azúcar, sal, harinas, se almacenan a temperatura ambiente.

### **Pesado:**

Las materias primas son llevadas a la balanza electrónica para ser pesadas en la balanza, en las cantidades exactas y establecidas para cada formulación.

Las cantidades utilizadas de materias primas para la fórmula patrón, se encuentran expresadas en porcentajes en la tabla 4:

**TABLA 4.**  
**PORCENTAJES DE MATERIAS PRIMAS PARA LA FORMULACIÓN**  
**MUESTRA PATRÓN (100 % TRIGO)**

INGREDIENTES	%
HARINA DE TRIGO	54,23%
AZUCAR	9,76%
MANTECA	5,42%
HUEVO	5,42%
AGUA	21,69%
LEVADURA	2,17%
SAL	1,08%
REGULADOR	0,22%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

#### **Mezclado/Amasado:**

- Se bate ligeramente los huevos.
- Se coloca en la amasadora la harina, sal, azúcar y la levadura, se añaden los líquidos: el agua tibia (a temperatura entre 50 – 60 ° C), y se añade los huevos ligeramente batidos.
- Se mezcla todo en la amasadora, por aproximadamente 15 minutos, hasta conseguir una masa elástica y homogénea.



**Fig. 2.1 Amasadora con todos los productos**

**Primera Fermentación:**

- Una vez mezclado todo, se retira cuidadosamente la masa y se coloca sobre un recipiente para dejarla reposar, hasta que el volumen de la masa duplique su tamaño (tiempo aproximado de 60 minutos). A esta etapa del proceso se la llama primera fermentación.

**Desgasificación:**

- Cuando la masa ha alcanzado el doble del volumen, se vuelve a amasar para desgasificar. En este momento ya se le puede dar forma a la masa.

**Segunda Fermentación:**

- Esperar aproximadamente 30 minutos más, para que la masa vuelva a aumentar su volumen y una vez conseguido ésto, colocar el producto en rejillas metálicas (previamente engrasadas y enharinadas), para continuar con la etapa de horneo.

**Horneo:**

- Precalentar el horno a 230 ° C.
- Cuando el horno alcanza la temperatura se introduce los panes y se mantienen en cocción por 45 minutos, aproximadamente. Durante los 15 primeros minutos se observa que el producto

empieza a dorarse, si se observa que el color se oscurece muy pronto se debe bajar la temperatura del horno a 210 °C.

- Apagar el horno y dejar reposar los panes por lo menos 30 minutos antes de retirarlos.



**Fig. 2.2 Pan Patrón 100 % Trigo**

### **2.3 Diseño Experimental para la Elaboración del Prototipos**

Para la realización del diseño experimental, se establecieron tres prototipos con sustitución de harina de trigo del 30%, 40% y 50%, cuyo diagrama de proceso se encuentra en el Anexo 2.

- Sustitución # 1 (30%) : 20% H. de maíz y 10% H. de chía
- Sustitución # 2 (40%): 30% H. de maíz y 10% H. de chía
- Sustitución # 3 (50%): 40% H. de maíz y 10% H. de chía

Estas formulaciones se encuentran detalladas en el Anexo 4.

Los datos para el Diseño Experimental, fueron en este caso los valores de Dureza de los 3 prototipos y el patrón. Para ello se realizó mediciones a 30 muestras diarias de cada formulación, es

decir, se obtuvieron 120 datos diarios de Dureza. Las mediciones se repitieron a lo largo del tiempo de vida útil estimado de los panes (desde su elaboración día 0, hasta el día 4), para este último día se contó con un total de 600 datos de Dureza. (Anexo 5)

Las formulaciones al igual que el tiempo (días), iban a influir en la dureza de las muestras, por lo que se definieron estos dos factores como variables de entrada, mientras que la variable de salida (respuesta) fue la dureza. (Ver tabla 5)

**TABLA 5.**

**VARIABLES PARA EL DISEÑO EXPERIMENTAL**

VARIABLES	
Entrada:	Formulaciones , Tiempo (Días)
Salida:	Dureza

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

Las hipótesis para el análisis estadístico fueron: (Ver tabla 6)

**TABLA 6.**

**HIPÓTESIS PARA ANÁLISIS DE VARIANZA DUREZA**

HIPÓTESIS	
$H_0$ :	Todos los muestras son iguales en su dureza a través del tiempo
$H_a$ :	Alguna de las muestras es diferente en su dureza a través del tiempo

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

Las hipótesis se plantearon de esta manera, debido a que se quiso conocer si todas las muestras eran iguales en su dureza a través del tiempo, es decir, si se cumplía  $H_0$ ; o por el contrario si se cumplía en este caso  $H_a$ , de que alguna de las muestras era diferente en su dureza a través del tiempo.

La regla de decisión del diseño fue que:

Si  $p < \alpha$  se rechaza  $H_0$  y por lo tanto se acepta  $H_a$

El modelo del diseño se definió de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Representa el valor correspondiente al nivel  $i$  del factor A (Fórmulas) y al nivel  $j$  del factor B (tiempo: días);

$\mu$  = Media Global de Dureza;

$T_i$  = Efecto producido por el nivel  $i$ -ésimo del factor A;

$\beta_j$  = Efecto producido por el nivel  $j$ -ésimo del factor B;

$(\tau\beta)_{ij}$  = Efecto producido por la interacción entre los factores A y B;

$E_{ijk}$  = Error aleatorio independiente con distribución  $N \sim (0, \sigma^2)$ ,

ésto quiere decir que el error aleatorio sigue una distribución normal con media cero y varianza  $\sigma^2$

ANOVA de dos factores: Dureza vs. Tiempo (Días). Fórmulas

Factor A = Tiempo (Días); Niveles = 5

Factor B = Fórmulas; Niveles = 4

Respuesta = Dureza;

## **2.4 Análisis Físicos-Químicos**

Con la finalidad de evaluar el efecto de la sustitución con diferentes harinas, las formulaciones de sustitución fueron comparadas frente a la formulación patrón, en cuanto a los parámetros de volumen y peso en el día 0; mientras que en dureza, actividad de agua y humedad, desde el día 0 hasta el día 4 de elaboración.

### **Volumen**

Se aplicó el método de desplazamiento de volumen del producto horneado, utilizando granos de arroz crudo, mediante la técnica NTE INEN 530 Harina de trigo. Ensayo de Panificación. (11)

### **Peso**

Las unidades luego del horneado, fueron llevadas a la balanza para ser pesadas una a una y luego obtener el peso promedio por formulación.

### **Dureza**

Los análisis de dureza se realizaron utilizando el CT3 Texture Analyzer de Brookfield y los parámetros utilizados fueron las siguientes:

- Tipo de Test: Compresión

- Tipo de Objetivo: Distancia
- Valor Meta: 25 mm
- Carga de Activación: 0.067 g

El parámetro a medir fue: D (Dureza), la máxima fuerza requerida para comprimir un alimento.



**Fig. 2.3 Equipo CT3 Texture Analyzer**

### **Actividad de Agua ( $a_w$ )**

Se utilizó el método Espejo Enfriado, hasta el punto de rocío, (Chilled Mirror Dewpoint) utilizando el equipo AquaLab Series 3.



**Fig. 2.4 Equipo AquaLab Series 3**

### **Humedad**

La prueba se realizó mediante el método termo gravimétrico, utilizando una balanza infrarroja automática, y se tomó como referencia la Norma AOAC 925.10 Método de Determinación de Humedad (3).



**Fig. 2.5 Equipo balanza infrarroja automática**

### **2.5 Análisis Sensoriales**

Se utilizó la prueba de aceptación, la cual consiste en medir el nivel de agrado o desagrado de una muestra y si se prefiere una

muestra sobre otra, respectivamente. Sirven para estudiar a nivel de laboratorio la posible aceptación y preferencia del alimento en el mercado.

El procedimiento consiste en pedir al juez que luego de su primera impresión, responda cuánto le agrada o desagrada el producto, esto lo informa de acuerdo a una escala verbal-numérica que va en la ficha o formato para evaluación.

La escala verbal-numérica normalmente es de 9 puntos, sin embargo muchas veces se puede acortar hasta a 7 o 5. Para el presente análisis se utilizó una escala de 7 puntos. (Ver Tabla 7)

**TABLA 7**  
**ESCALA HEDÓNICA**

<b>Puntos</b>	<b>Criterio</b>
7	Me gusta extremadamente
6	Me gusta mucho
5	Me gusta ligeramente
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta ligeramente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

En la prueba participaron 20 jueces no entrenados, quienes evaluaron las 3 sustituciones, calificando (por muestra) los

siguientes factores o atributos: color de corteza, color de miga, sabor, suavidad/esponjosidad y crocancia. El formulario de la evaluación se encuentra en el Anexo 3.

Para mantener la confidencialidad de las muestras, se establecieron los siguientes códigos:

- Muestra 103 = Sustitución Trigo 30%
- Muestra 485 = Sustitución Trigo 40%
- Muestra 792 = Sustitución Trigo 50%

Las calificaciones de la prueba de aceptación y preferencia por atributos, fueron ingresados en el Programa Estadístico Minitab, en el que se realizó análisis de varianza de un solo factor, por cada atributo sensorial. La tabla de calificaciones se encuentra en el Anexo 10.

Las variables de entrada fueron los porcentajes de sustitución y las variables de salida fueron las calificaciones de cada atributo. (Ver Tabla 8)

**TABLA 8.**  
**VARIABLES PARA EL DISEÑO EXPERIMENTAL SENSORIAL**

VARIABLES	
<b>Entrada:</b>	Porcentajes de Sustitución
<b>Salida:</b>	Atributo

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

Las hipótesis para los análisis estadísticos de cada atributo fueron:

(Ver tabla 9)

**TABLA 9.**  
**HIPÓTESIS PARA**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA SENSORIALES**

HIPÓTESIS	
<b>H<sub>0</sub>:</b>	Los porcentajes de sustitución de trigo no inciden sobre cada atributo del pan.
<b>H<sub>a</sub>:</b>	Los porcentajes de sustitución de trigo afectan sobre cada atributo del pan.

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

La regla de decisión general del diseño fue que:

Si  $p < \alpha$ , se rechaza  $H_0$  y por lo tanto se acepta  $H_a$ .

El modelo del diseño se definió de la siguiente manera:

ANOVA de un factor: Porcentajes de Sustituciones vs. Atributo

Factor 1 = Porcentaje de Sustitución; Niveles = 3

Respuesta = Atributo;

La ecuación del modelo estadístico lineal fue la siguiente.-

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Valor de la variable dependiente de respuesta (Atributo), correspondiente a  $ij$ ; “ $i$ ”, indica el nivel de factor al que pertenece el dato, y “ $j$ ”, el orden que ocupa el dato dentro de ese nivel.

$\mu$  = Representa la media general del atributo,

$\tau_j$  = Representa el efecto del factor  $j$  (Porcentajes de Sustitución),

$E_{ij}$  = Es el error aleatorio al hacer la observación  $ij$ , o medida de la variabilidad natural dentro de cada tratamiento.

# CAPÍTULO 3

## 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 3.1 Evaluación y análisis de resultados del diseño experimental.

Los datos de dureza de las fórmulas de sustitución y patrón, desde el día 0 al 4, se encuentran en el Anexo 5.

Estos datos se ingresaron en el programa estadístico Minitab, en donde se seleccionó el modelo estadístico de análisis de varianza de 2 factores, con comparación de medias y se obtuvo lo siguiente (Ver figura 3.1).

ANOVA de dos factores: Dureza vs. Tiempo (Dias). Fórmulas						
Fuente	GL	SC	MC	F	P	
Tiempo (Dias)	4	76915,7	19228,9	1,13098E+08	0,000	
Fórmulas	3	0,7	0,2	1323,44	0,000	
Interacción	12	0,1	0,0	60,45	0,000	
Error	580	0,1	0,0			
Total	599	76916,6				

S = 0,01304

Fig. 3.1 Análisis de Varianza Dureza

Para decidir que hipótesis se aceptaba se observó en la figura 3.1, el resultado del valor  $p$ , el cual era 0,000;

Debido a que se trabajó con un nivel de confianza de 95% (0.95), donde:  $\alpha = 1-0.95$ ;  $\alpha = 0.05$ ;

Se dice que:  $p < \alpha$ ;  $0,000 < 0,05$

Con un valor  $p$  de 0,000 existe suficiente evidencia estadística para indicar que existen diferencias significativas en la dureza de las muestras. Por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se aceptó la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), que indicaba que alguna de las muestras era diferente en su dureza a través del tiempo.

Para poder evidenciar entre qué muestras existía diferencia significativa, se procedió a utilizar el Método de Comparación de Medias Tukey, cuya Regla de decisión es: Que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. (Ver Figura 3.2)

En la Figura 3.2, se pudo observar que ninguna de las medias comparten una letra por lo tanto ninguna de las medias son iguales.

De acuerdo a lo mencionado se obtuvo que ninguno de los prototipos posee media de dureza igual al patrón.

**Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
Patrón	30	24,5190	A
Sust. 50%	30	24,4640	B
Sust. 40%	30	24,4451	C
Sust. 30%	30	24,4305	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Fig. 3.2. Comparación de medias de Dureza por método Tukey**

### 3.2 Evaluación y Análisis de Resultados Físico-químico

#### Volumen:

Los resultados de volumen (Anexo 6), fueron llevados a un gráfico estadístico, para realizar la comparación del volumen adquirido de los panes después del horneado.



**Fig. 3.3 Gráfico de Comparación de Promedios de Volumen**

De acuerdo a la figura 3.3, se pudo observar que la fórmula patrón tuvo promedio de volumen de 200,33 ml y las sustituciones del 30 % y 40 % obtuvieron promedios de 179,67 y 198 ml, respectivamente y la fórmula con 50% obtuvo 208,67 ml. Esta última fue la que tuvo mayor volumen, lo cual se pudo atribuir a que la fórmula contenía mayor cantidad de maíz, conteniendo a su vez mayor almidón de maíz, cuya propiedad es facilitar el engrosamiento de las preparaciones (20).

#### **Peso:**

Los resultados de peso (Anexo 7), fueron llevados a un gráfico estadístico, para realizar la respectiva comparación.

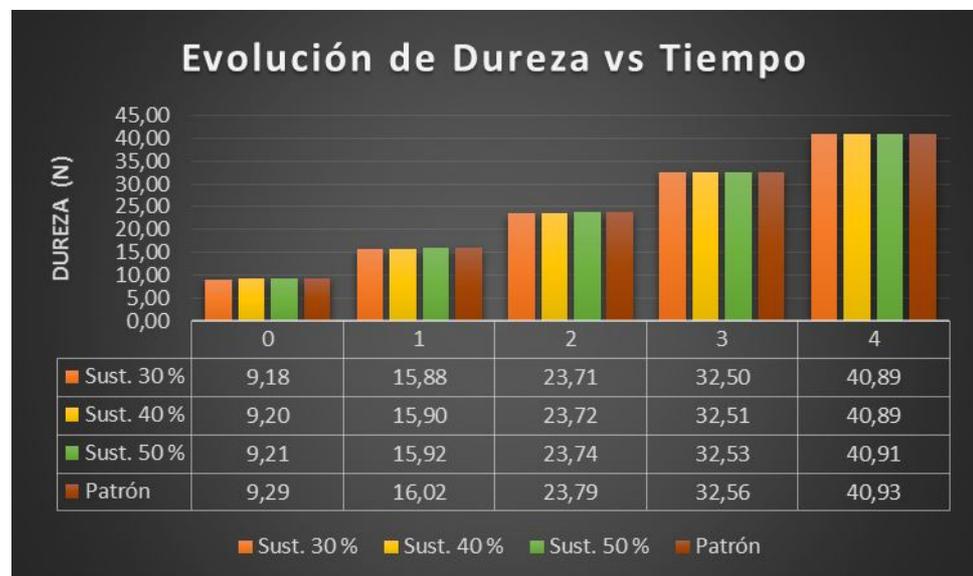


**Fig. 3.4 Gráfico Comparación de Promedios de Pesos**

De acuerdo a la figura 3.4, se pudo observar que el pan patrón obtuvo promedio de peso de 52,61 g, y las sustituciones del 30% y 40%, tuvieron promedios de 52,32 y 52,69 g, respectivamente. Mientras que la fórmula del 50%, obtuvo 52,99 g, es decir, mayor peso que todas las muestras. Ésto fue causa de la incorporación de mayor cantidad de maíz, ya que en otros procesos generalmente se usa más cantidad de trigo para obtener panes más livianos (25).

### Dureza:

Los resultados a partir del día 0 hasta el día 4 (Anexo 5), fueron llevados a un gráfico estadístico para observar el comportamiento de las muestras vs el patrón al transcurrir los días.



**Fig. 3.5 Gráfico de Evolución de Dureza vs Tiempo**

En la figura 3.5, se pudo observar que en el día 0, la muestra patrón, obtuvo una media de dureza de 9,29 N, mientras que en las sustituciones de 30%, 40% y 50%, las medias obtenidas fueron de 9,18, 9,20 y 9,21 N, respectivamente. La evolución del parámetro, el cual es la máxima fuerza requerida para comprimir un alimento fue: a mayor tiempo, mayor dureza, también es necesario aclarar que mientras menos dureza mayor suavidad del pan.

Así mismo, se pudo observar que en el día 4, la media del patrón fue de 40,93 N, mientras que en las sustituciones de 30% y 40% las medias fueron de 40,89 N y en la del 50% fue 40,91 N, lo cual indicó que esta última obtuvo la dureza final de menor diferencia con el patrón, con un 0,05 %, siendo más óptima que las otras dos sustituciones (con diferencias iguales de 0,1 % con respecto al patrón).

#### **Actividad de Agua ( $a_w$ ):**

Los resultados de  $a_w$  (Anexo 8), fueron llevados a un gráfico estadístico para realizar la comparación del comportamiento de los panes, en cuanto a la actividad de agua a través del tiempo.



**Fig. 3.6 Gráfico de Evolución de Actividad de agua ( $a_w$ ) vs Tiempo**

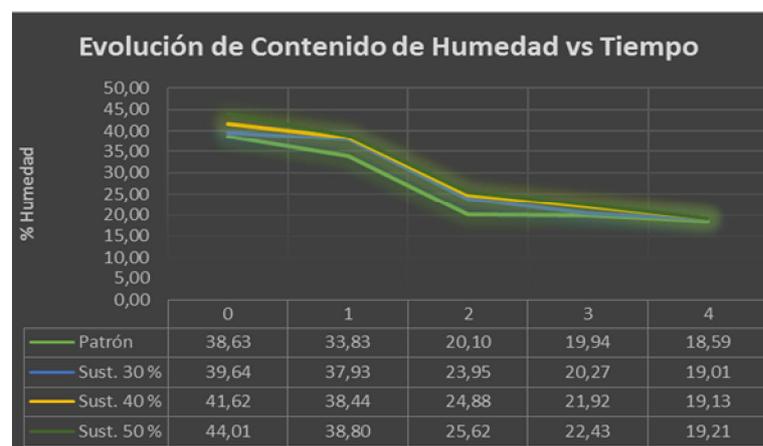
En la figura 3.6, se pudo observar que los valores de actividad de agua, iniciaron en el pan 100% trigo con 0,871, en la sustitución del 30% con 0,880, en la del 40% con 0,883 y en la formulación del 50% con 0,886. Estos valores iban disminuyendo con el pasar de los días y se pudo observar que en el día, 4 los valores iban desde 0,810 (patrón), 0,812 (30%), 0,815 (40%) y 0,817 (50%). La actividad de agua, es la cantidad de agua libre en el alimento y un factor determinante para la seguridad de éstos, ya que permite determinar su capacidad de conservación junto con la capacidad de propagación de los microorganismos. Su relación con la vida útil es que cuanto menor sea este valor, mejor se conservará el producto. Sin embargo la actividad de agua, también está relacionada con la textura de los alimentos: a medida que la actividad de agua disminuye, la textura se endurece y el producto se seca más rápido y a una mayor actividad,

la textura es mucho más jugosa y tierna, pero siempre teniendo en consideración que hay más riesgo de que el producto se altere de forma más fácil y se debe tener más cuidado. (9)

Se pudo verificar que el pan del 50% tuvo siempre mayor  $a_w$  que las demás muestras, por lo que a pesar de presentar mayor riesgo de proliferación de microorganismos, también presentó mejores condiciones de suavidad y esponjosidad (dureza) en el último día de vida útil. (4)

#### Humedad:

Los resultados de humedad (Anexo 9), fueron llevados a un gráfico estadístico para realizar la comparación del comportamiento de los panes, en cuanto al porcentaje de humedad a través del tiempo.



**Fig. 3.7 Gráfico de Evolución de Contenido de Humedad vs Tiempo**

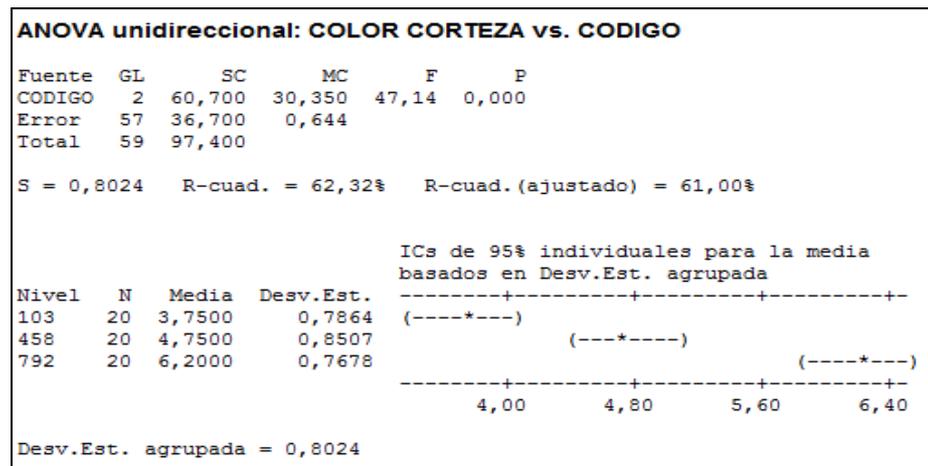
En la figura 3.7, se pudo observar que los valores de humedad, iniciaron con 38,63 (patrón), con 39,64 (30%), con 41,62 (40%) y con 44,01 (50%). Estos valores al igual que la  $a_w$ , iban disminuyendo con el pasar de los días, por lo que se pudo observar que en el día 4, los valores fueron desde 18,59 (patrón), 19,01 (30%), 19,13 (40%) y 19,21 (50%). Sin embargo la sustitución del 50 % mantuvo de mejor manera su contenido de humedad, una vez más por su mayor cantidad de maíz, el cual contribuye en la absorción y retención de mayor cantidad de agua. Además al contener menos trigo, sufre menor retrogradación del almidón de este cereal, lo cual es una desventaja en el pan 100 % trigo, ya que éste es uno de los factores principales de la dureza en el pan. (4)

### **3.3 Evaluación y Análisis de Resultados Sensoriales**

Las tablas de calificaciones por cada atributo fueron ingresadas en el programa estadístico Minitab y se seleccionó modelos estadísticos de análisis de varianza de un factor, en los cuales las variables de entrada fueron los porcentajes de sustitución y las calificaciones por atributo las variables de respuesta.

### Análisis de Resultados Color de Corteza

Para realizar el análisis se trabajó con la tabla de análisis de varianza color de corteza (ver figura 3.8).



**Fig. 3.8 Análisis de Varianza Color de Corteza**

Se pudo observar que el valor p era 0,000;

Debido a que se trabajó con un nivel de confianza de 95% (0.95), donde:  $\alpha = 1 - 0.95$ ;  $\alpha = 0.05$ ;

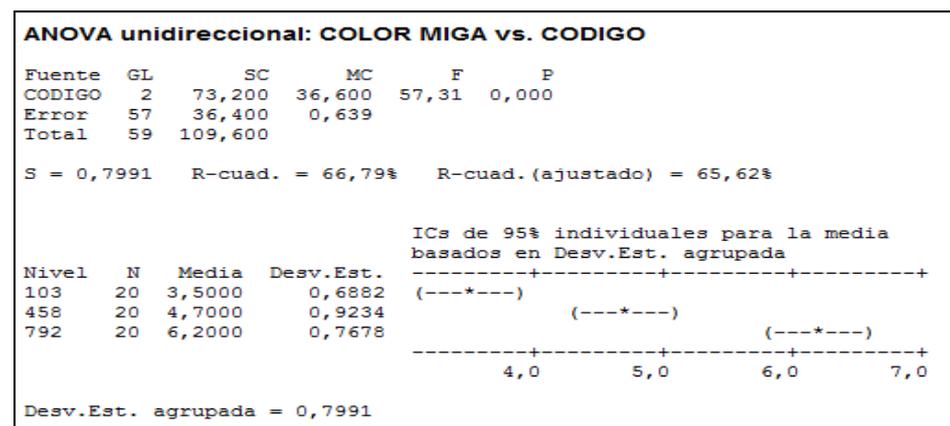
Se dice que:  $p < \alpha$ ;  $0,000 < 0,05$

El valor p de 0.000, indicó que se debía rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptarse la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), la cual decía que los porcentajes de sustitución de trigo afectaban el color de corteza del pan.

Se observó en la figura 3.8, que en el análisis de las medias comparadas, la de la muestra 792, fue de 6,20, siendo la mayor de las medias y por lo tanto la muestra que mejores calificaciones obtuvo, por lo tanto para los jueces ésta fue la que menos afectaba al atributo mencionado y la más óptima.

### **Análisis de Resultados Color de Miga**

Para realizar el análisis se trabajó con la tabla de análisis de varianza color de miga (Ver Figura 3.9)



**Fig. 3.9 Análisis de Varianza Color de Miga**

Se pudo observar que el valor p era 0,000;

Debido a que se trabajó con un nivel de confianza de 95 % (0.95), donde:  $\alpha = 1 - 0.95$ ;  $\alpha = 0.05$ ;

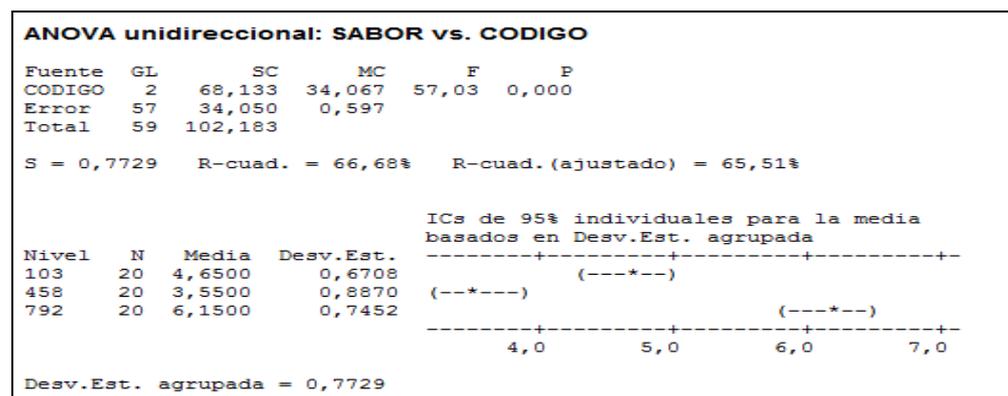
Decimos que:  $p < \alpha$ ;  $0,000 < 0,05$

El valor p de 0.000, indicó que se debía rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptarse la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), la cual decía que los porcentajes de sustitución de trigo afectaban el color de miga del pan.

Se observó en la figura 3.9, que en el análisis de las medias de comparadas, la de la muestra 792, fue de 6,20, siendo la mayor de las medias y por lo tanto la muestra que mejores calificaciones obtuvo, por lo tanto para los jueces ésta fue la que menos afectaba al atributo mencionado y la más óptima.

### **Análisis de Resultados Sabor**

Para realizar el análisis se trabajó con la tabla de análisis de varianza sabor (ver figura 3.10).



**Fig. 3.10 Análisis de Varianza Sabor**



Se pudo observar que el valor  $p$  era 0,000;

Debido a que se trabajó con un nivel de confianza de 95 % (0.95),  
donde:  $\alpha = 1-0.95$ ;  $\alpha = 0.05$ ;

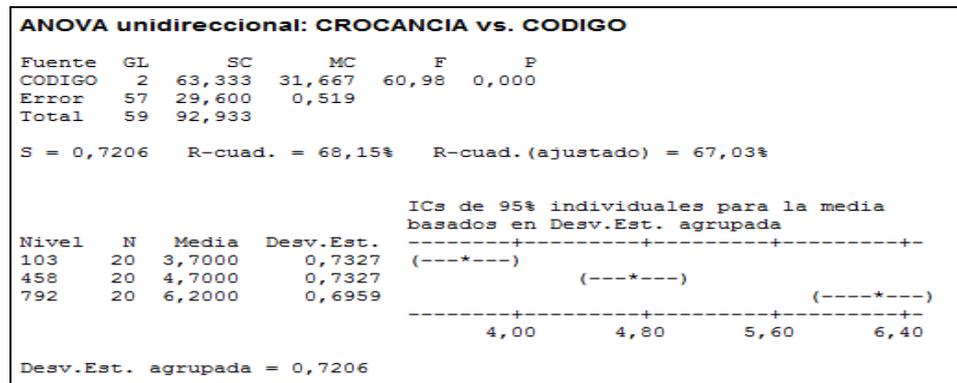
Decimos que:  $p < \alpha$ ;  $0,000 < 0,05$

El valor  $p$  de 0.000, indicó que se debía rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptarse la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), la cual decía que los porcentajes de sustitución de trigo afectaban la suavidad/esponjosidad del pan.

Se observó en la figura 3.11, que en el análisis de las medias comparadas, la de la muestra 792, fue de 6,15, siendo la mayor de las medias y por lo tanto la muestra que mejores calificaciones obtuvo, por lo tanto para los jueces ésta fue la que menos afectaba al atributo mencionado y la más óptima.

### **Análisis de Resultados Crocancia**

Para realizar el análisis se trabajó con la tabla de análisis de varianza crocancia (ver figura 3.12).



**Fig. 3.12 Análisis de Varianza Crocancia**

Se pudo observar que el valor p era 0,000;

Debido a que se trabajó con un nivel de confianza de 95 % (0.95), donde:  $\alpha = 1 - 0.95$ ;  $\alpha = 0.05$ ;

Decimos que:  $p < \alpha$ ;  $0,000 < 0,05$

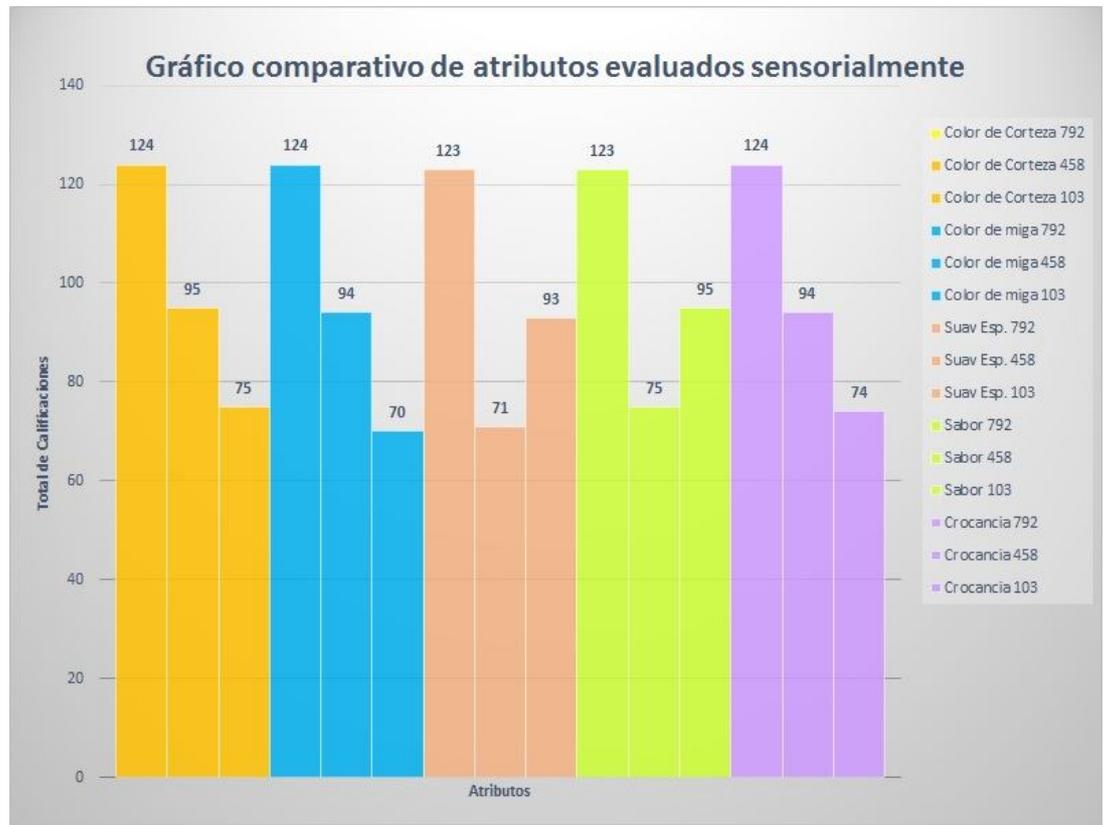
El valor p de 0.000, indicó que se debía rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptarse la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), la cual decía que los porcentajes de sustitución de trigo afectaban la crocancia del pan.

Se observó en la figura 3.12, que en el análisis de las medias de calificación comparadas, la de la muestra 792, fue de 6,20, siendo la mayor de las medias y por lo tanto la muestra que mejores calificaciones obtuvo, por lo tanto para los jueces ésta fue la que menos afectaba al atributo mencionado y la más óptima.

### **3.4 Selección de formulación y caracterización del pan tipo briollo seleccionada.**

De acuerdo a los gráficos comparativos de las pruebas físico-químicas realizadas a los prototipos y al pan patrón (figuras 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7), se pudo concluir que la muestra con 50% de sustitución, fue la que mejores resultados obtuvo en cuanto a volumen adquirido y peso promedio; presentó menor diferencia en sus valores de dureza con respecto al patrón y demostró conservar mejor sus cualidades de suavidad y esponjosidad, en relación con sus valores de contenido de humedad y actividad de agua, los cuales contribuyen a esta característica.

En la figura 3.13, se pudo observar que el prototipo con 50% de sustitución, fue también el que obtuvo mayores calificaciones en todos los atributos evaluados en las pruebas sensoriales.



### 3.13 Gráfico comparativo de atributos Evaluados sensorialmente

El pan tipo briollo con sustitución parcial del 50% de harina de trigo, a pesar de no ser el más óptimo en dureza, al tener mayor aceptación por parte de los panelistas y mostrar resultados físico-químicos bastante aceptables, fue la fórmula seleccionada. (Ver Tabla 10)

**TABLA 10**  
**FÓRMULA SELECCIONADA PAN TIPO BRIOLLO**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>%</b>
HARINA DE TRIGO	27,11%
HARINA DE MAIZ	21,69%
HARINA DE CHIA	5,42%
AZÚCAR	9,76%
MANTECA	5,42%
HUEVO	5,42%
AGUA	21,69%
LEVADURA	2,17%
SAL	1,08%
REGULADOR DEL PAN	0,22%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

### **3.5 Establecimiento del tiempo de vida útil sensorial del Pan tipo Briollo**

Debido a que el pan tipo briollo seleccionado, fue el más óptimo del estudio por su comportamiento físico-químico a través de tiempo, se estableció que en un periodo de 4 días el pan aun mantenía buenas características organolépticas, mismo lapso en que se llevó a cabo el estudio y se pudo comprobar lo mencionado.

El estudio fue realizado comparando los tres prototipos propuestos con el pan sin sustitución, por lo cual también se pudo verificar que el pan seleccionado mantuvo un comportamiento de estabilidad similar y en algunos casos mejor que el producto patrón.

### 3.6 Costos De Fabricación del Pan Tipo Briollo seleccionado

Los costos del pan tipo briollo se obtuvieron calculando los costos de materias primas, mano de obra y suministros básicos utilizados en el proceso.

**TABLA 11.**  
**COSTO DE MATERIAS PRIMAS DEL PAN TIPO BRIOLLO**  
**SELECCIONADO**

Ingredientes	% Formula	Fórmula 60 g	Precio Ingredientes Formula	Gramos	Precio 60 g	Proveedor
Trigo	27,11%	16,27	0,76	1000	0,0124	La Moderna
Maíz	21,69%	13,02	0,75	1000	0,0098	Almanzur Foods
Agua	21,69%	13,02	1,75	20000	0,0011	All Natural
Azúcar	9,76%	5,86	2	2000	0,0059	Valdez
Chía	5,42%	3,25	8	500	0,0520	Green Health
Grasa Vegetal	5,42%	3,25	1,56	1000	0,0051	Unilever
Huevos	5,42%	3,25	0,11	50	0,0072	Indaves
Levadura	2,17%	1,30	6,72	1000	0,0088	Fleischmann
Sal	1,08%	0,65	0,14	1000	0,0001	Ecuasal
Regulador	0,22%	0,13	2,32	500	0,0006	Fleischmann
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>60,00</b>			<b>0,1029</b>	

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

Para obtener el costo de materias primas del pan seleccionado, se tomó como referencia el peso de 1 pan era de 60 gramos. En primer lugar se recopiló los precios de cada ingrediente en relación a la presentación adquirida (gramos), luego se tomó como base el peso de 60 g como el 100 %, para en base a los porcentajes de cada ingrediente establecido en la fórmula, calcular los gramos de cada fracción. Finalmente, se obtuvo los precios de los ingredientes,

multiplicando por los precios registrados inicialmente pero en base a la cantidad de cada uno. Con la sumatoria de estos precios se obtuvo el costo de materia prima.

**TABLA 12.**  
**COSTO DE MANO DE OBRA DEL**  
**PAN TIPO BRIOLLO SELECCIONADO**

<b>COSTOS MANO DE OBRA</b>	
Sueldo Básico	\$ 354
Hora Hombre	\$ 1,32
Horas trabajo/Batch	1.5 horas
Costo H. Hombre/Batch	\$ 1,98
<b>Costo H. Hombre/Unidad</b>	<b>\$ 0,003</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

El costo de mano de obra, se obtuvo tomando como referencia el sueldo básico actual de \$354, para obtener a su vez el costo hora hombre, costo por tiempo de proceso y por unidad, tomando como referencia que por batch se obtienen 570 unidades de 60 gramos.

**TABLA 13.**  
**COSTO DE SUMINISTROS BÁSICOS DEL PAN TIPO BRIOLLO**  
**SELECCIONADO**

Número	Suministros Básicos			
	<b>Agua</b>			
	Horas/Mes	Consumo(m3)	Precio(m3)	Costo Total
1	1,5	0,02	\$ 0,410	\$ 0,008
	24	0,32		\$ 0,13
	<b>Luz</b>			
	Horas/Mes	Consumo(kw)	Precio	Costo Total
2	1,5	2,91	\$ 0,09	\$ 0,26
	30	58,2		\$ 5,12
	<b>Gas</b>			
	Horas/Mes	Consumo(Kg)	Precio	Costo Total
3	1,5	0,625	\$ 0,99	\$ 0,62
	30	12,5		\$ 12,38
Total Mensual				\$ 17,63
Total Diario/Batch				\$ 0,888
<b>Total Diario/Unidad</b>				<b>\$ 0,0016</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

Para obtener el costo diario de suministros básicos por unidad, se tomó en cuenta el valor mensual promedio de costo de estos ítems y luego se calculó cada valor para el tiempo de 1.5 horas (duración del proceso) y finalmente por unidad (tomando como referencia por proceso 570 unidades).

**TABLA 14.**  
**COSTO DE FABRICACIÓN DEL PAN TIPO BRIOLLO**  
**SELECCIONADO**

<b>COSTOS</b>	<b>\$</b>
Materia Prima	0,1029
Mano obra	0,003
Suministros básicos	0,016
<b>TOTAL GASTOS</b>	<b>0,1219</b>
Ganancia estimada 10 %	0.01219
<b>TOTAL</b>	<b>0,1341</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

En la tabla 14, se observa que el costo de fabricación del pan seleccionado (50% trigo), fue de \$ 0,13 considerando los costos de materia prima, mano de obra, suministros básicos empleados en el proceso y una ganancia estimada del 10%.

### **3.6.1 Comparación del costo del Pan tipo Briollo frente a los panes de Harina de trigo.**

Se realizó el costeo del producto 100% trigo (patrón), al igual que en el pan de 50%, calculando los costos de materias primas, maquinarias y accesorios, mano de obra y servicios básicos utilizados en el proceso, siguiendo la misma metodología.

**TABLA 15.**  
**COSTO DE MATERIAS PRIMAS**  
**DEL PAN TIPO BRIOLLO 100 % TRIGO**

Ingredientes	% Formula	Fórmula 60 g	Precio Ingredientes Formula	Gramos	Precio 60 g	Proveedor
Trigo	54,23%	32,54	0,76	1000	0,0247	La Moderna
Agua	21,69%	13,02	1,75	20000	0,0011	All Natural
Azúcar	9,76%	5,86	0,4	1000	0,0023	Valdez
G. Vegetal	5,42%	3,25	1,56	1000	0,0051	Unilever
Huevos	5,42%	3,25	0,11	50	0,0072	Indaves
Levadura	2,17%	1,30	6,72	1000	0,0088	Fleischman n
Sal	1,08%	0,65	0,14	1000	0,0001	Ecuasal
Regulador	0,22%	0,13	2,32	500	0,0006	Fleischman n
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>60,00</b>			<b>0,0499</b>	

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

Para obtener el costo de materias primas del pan 100% trigo, se tomó como referencia que el peso de 1 pan es de 60 gramos. En primer lugar se recopiló los precios de cada ingrediente en relación a la presentación adquirida (gramos), luego se tomó como base el peso de 60 g como el 100 %, para en base a los porcentajes de cada ingrediente establecido en la fórmula, calcular los gramos de cada fracción. Finalmente, se obtuvo los precios de los ingredientes, multiplicando por los precios registrados inicialmente pero en base a la cantidad de cada uno. Con la sumatoria de estos precios se obtuvo el costo de materia prima.

**TABLA 16.**  
**COSTO DE MANO DE OBRA DEL**  
**DEL PAN TIPO BRIOLLO 100% TRIGO**

<b>COSTOS MANO DE OBRA</b>	
Sueldo Básico	\$ 354
Hora Hombre	\$ 1,32
Horas trabajo/Batch	1.5 horas
Costo H. Hombre/Batch	\$ 1,98
<b>Costo H. Hombre/Unidad</b>	<b>\$ 0,003</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

El costo de mano de obra, se obtuvo tomando como referencia el sueldo básico actual de \$354, para obtener a su vez el costo hora hombre, costo por tiempo de proceso y por unidad, tomando como referencia que por batch se obtienen 570 unidades de 60 gramos.

**TABLA 17.**  
**COSTO DE SUMINISTROS BÁSICOS**  
**DEL PAN TIPO BRIOLLO 100 % TRIGO**

Número	Suministros Básicos			
	<b>Agua</b>			
	Horas/Mes	Consumo(m3)	Precio(m3)	Costo Total
1	1,5	0,02	\$ 0,410	\$ 0,008
	24	0,32		\$ 0,13
	<b>Luz</b>			
	Horas/Mes	Consumo(kw)	Precio	Costo Total
2	1,5	2,91	\$ 0,09	\$ 0,26
	30	58,2		\$ 5,12
	<b>Gas</b>			
	Horas/Mes	Consumo(Kg)	Precio	Costo Total
3	1,5	0,625	\$ 0,99	\$ 0,62
	30	12,5		\$ 12,38
Total Mensual				\$ 17,63
Total Diario/Batch				\$ 0,888
<b>Total Diario/Unidad</b>				<b>\$ 0,0016</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

Para obtener el costo diario de suministros básicos por unidad, se tomó en cuenta el valor mensual promedio de costo de estos ítems y luego se calculó cada valor para el tiempo de 1.5 horas (duración del proceso) y finalmente por unidad (tomando como referencia por proceso 570 unidades).

**TABLA 18.**  
**COSTO DE FABRICACIÓN**  
**DEL PAN TIPO BRIOLLO 100% TRIGO**

<b>COSTOS</b>	<b>\$</b>
Materia Prima	0,0499
Mano obra	0,003
Suministros básicos	0,016
<b>TOTAL GASTOS</b>	<b>0,0689</b>
Ganancia estimada 10 %	0.00689
<b>TOTAL</b>	<b>0,07579</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

En la tabla 18, se observa que el costo de fabricación del pan 100% trigo), fue de \$ 0,08 considerando los costos de materia prima, mano de obra, suministros básicos empleados en el proceso y una ganancia estimada del 10%.

De acuerdo a este dato, el costo del pan seleccionado (50% trigo) fue de \$0,13 y el del pan 100% trigo fue de \$0,08. Con esto se observa que el pan con sustitución presentó un incremento en su costo, lo cual se originó por la incorporación en la fórmula de las harinas de maíz y chíá, lo cual aumentó el costo de materia prima a \$ 0,10, en este pan, mientras que en el producto 100 % trigo fue de \$ 0,05.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- **CONCLUSIONES**

- De acuerdo a los resultados del diseño experimental, ninguno de los prototipos poseía media de dureza igual al patrón, sin embargo se podría decir que la sustitución que más se acercó fue la del 50%. Debido a que lo que se buscó con el diseño fue obtener la formulación con valores más óptimos de Dureza.
- Lo que ocasiono que las muestras sean menos “duras” que el patrón, fue la adición de las harinas de maíz y chía a las formulaciones, las cuales influyeron de manera positiva en las muestras, proporcionando medias de durezas menores y por lo tanto mayor suavidad y esponjosidad en la textura, gracias a la mayor absorción de agua, atribuída al maíz
- Se obtuvo que el volumen de la masa adquirido en la formulación con sustitución del 50%, fue mayor que en las demás muestras, incluso que

la fórmula patrón; esto fue debido a las propiedades del maíz, el cual contribuye al engrosamiento de las preparaciones.

- El peso promedio de la sustitución, también fue en promedio mayor que el de 100% trigo o sin sustitución; esto fue a causa de que los productos a base de altos contenidos de maíz son más pesados que los que contienen únicamente trigo, o más partes de este cereal.
- Al comparar sensorialmente las formulaciones prototipo, se obtuvo que la de 50% trigo, fue la que más influía en la mejora de los atributos evaluados por los jueces, debido a la combinación adecuada de ingredientes en la fórmula y a la incorporación de la mayor cantidad de harina de maíz, la cual es conocida por brindar a los panes excelentes cualidades sensoriales y mejorar el color de la migas y cortezas, además de proporcionarles mayor suavidad y esponjosidad.
- La inclusión de chía en las formulaciones, no aportó ni desmereció a las características físico-químicas, ni sensoriales del pan, sin embargo se podría atribuir el aumento significativo del contenido de proteínas, lípidos, cenizas, minerales y fibra dietética, debido a la composición nutricional de esta semilla. Ésto no pudo comprobarse, ya que por motivos de bajo presupuesto, no se realizó un análisis nutricional al producto final.

- Otro factor que favoreció al producto con sustitución del 50%, es que posee el mayor contenido de  $a_w$  y Humedad, lo cual ayudó a que este pueda mantener sus parámetros de dureza a través del tiempo (desde el día 0 hasta el día 4), es decir mejoró su conservación en cuanto a las características de suavidad/esponjosidad. Lo mencionado se logró, una vez más gracias a los beneficios del maíz en la formulación, ya que esta harina provee a la absorción de mayor cantidad de agua en los productos que interviene.
- Una desventaja que se observó luego de obtener los costos de fabricación de la fórmula seleccionada, fue que el costo de materias primas en el producto seleccionado, aumentó debido a la inclusión de maíz y de chíá al proceso, por lo cual el costo del producto fue de \$ 0,13, mientras que el de la fórmula 100% trigo fue de \$ 0,08; sin embargo se justifica, ya que se trata de un producto con gran valor agregado, al ser excelente en el aspecto sensorial y nutricional.
- La conclusión final del presente estudio es que el pan tipo briollo con sustitución parcial del 50% de harina de trigo, tuvo gran aceptación por parte de los panelistas y mostró resultados físico-químicos bastante aceptables, por lo tanto se considera una excelente alternativa para contribuir con el gobierno nacional en la reducción de las importaciones de este cereal.

- **Recomendaciones**

- En la elaboración del pan, un ingrediente muy importante es el gluten, debido a que esta proteína es la que brinda principalmente la elasticidad y esponjosidad característica, a los productos de panificación. Por lo que cuando se desea trabajar con harinas sin gluten, se recomienda emplear la mezcla adecuada de ingredientes y usar aditivos mejoradores y estabilizadores de textura.
- En cuanto al agente leudante, en este caso la levadura, se debe preparar el medio antes de adicionarla a la masa, se debe disolver en agua o leche tibia y agregarse en formulaciones con cantidades adecuadas de azúcar, para que la levadura pueda activarse e iniciar con la fermentación y crecimiento de la masa (volumen) ante del horneado.
- La calidad y composición del agua, puede influir negativamente en la formación de la masa. Las aguas ácidas endurecen la red de gluten, mientras que las alcalinas suavizan la masa, por lo que se puede recomendar el uso de aguas minerales o filtradas, para evitar que estas variables afecten matando, o inhibiendo las levaduras. Las aguas fluoradas también pueden llegar a detener la fermentación.
- La temperatura de horneado y el tiempo son críticos en la etapa del horneado, debido a que si utilizan parámetros no acordes, la masa no se

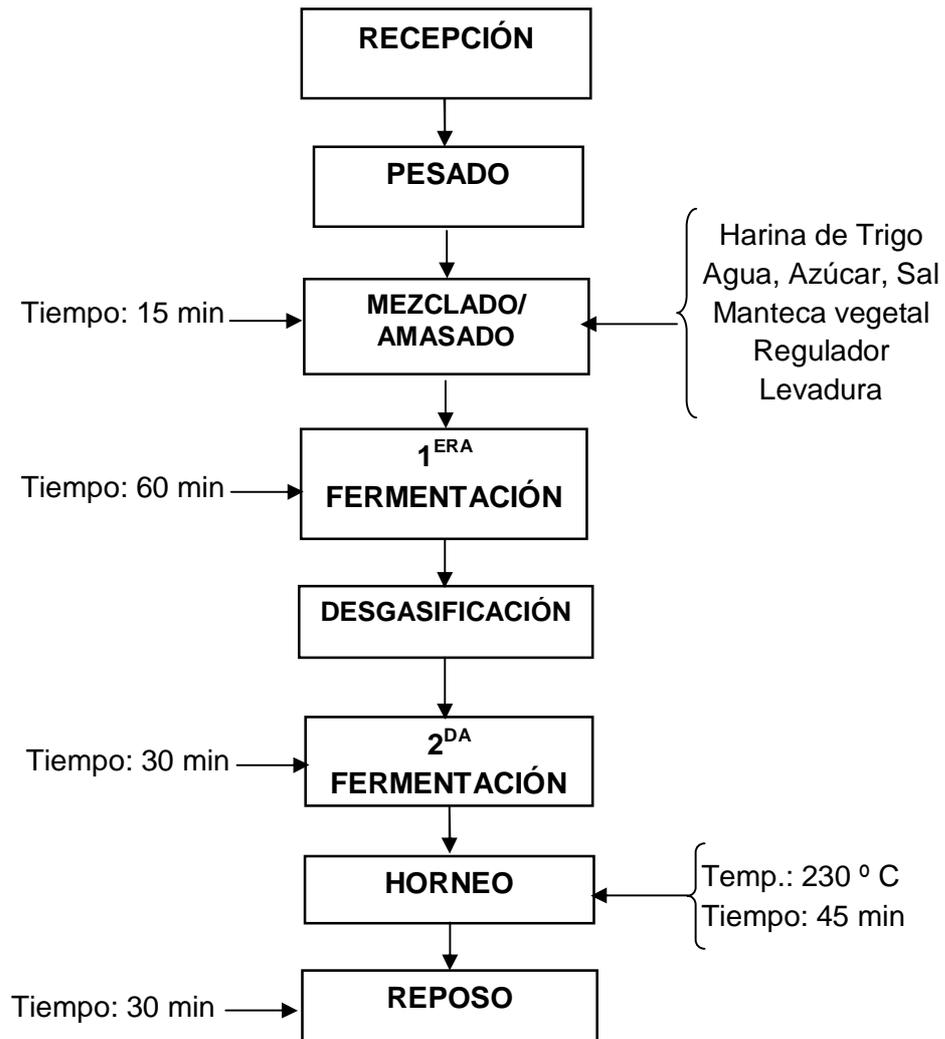
cocerá correctamente, es decir, se obtienen panes crudos por un lado y quemados por el otro, no se formará la corteza, ni el producto se elevará adecuadamente (aumento de volumen durante el horneado).

- Si bien es cierto que el mayor contenido de Humedad y Actividad de Agua, mejora la suavidad de los productos de panificación, se debe tener en cuenta que estos dos factores también contribuyen a la proliferación de microorganismos y por lo tanto al deterioro de los productos. Por lo tanto se recomienda estudiar la estabilidad microbiológica del prototipo seleccionado para verificar este parámetro.
- Para demostrar el valor nutricional agregado que el pan seleccionado posee, se recomienda realizar un análisis de contenido nutricional y compararlo frente al producto tradicional de trigo, para dar a conocer las ventajas del nuevo producto y justificar el costo del mismo.

**ANEXOS**

## ANEXO 1

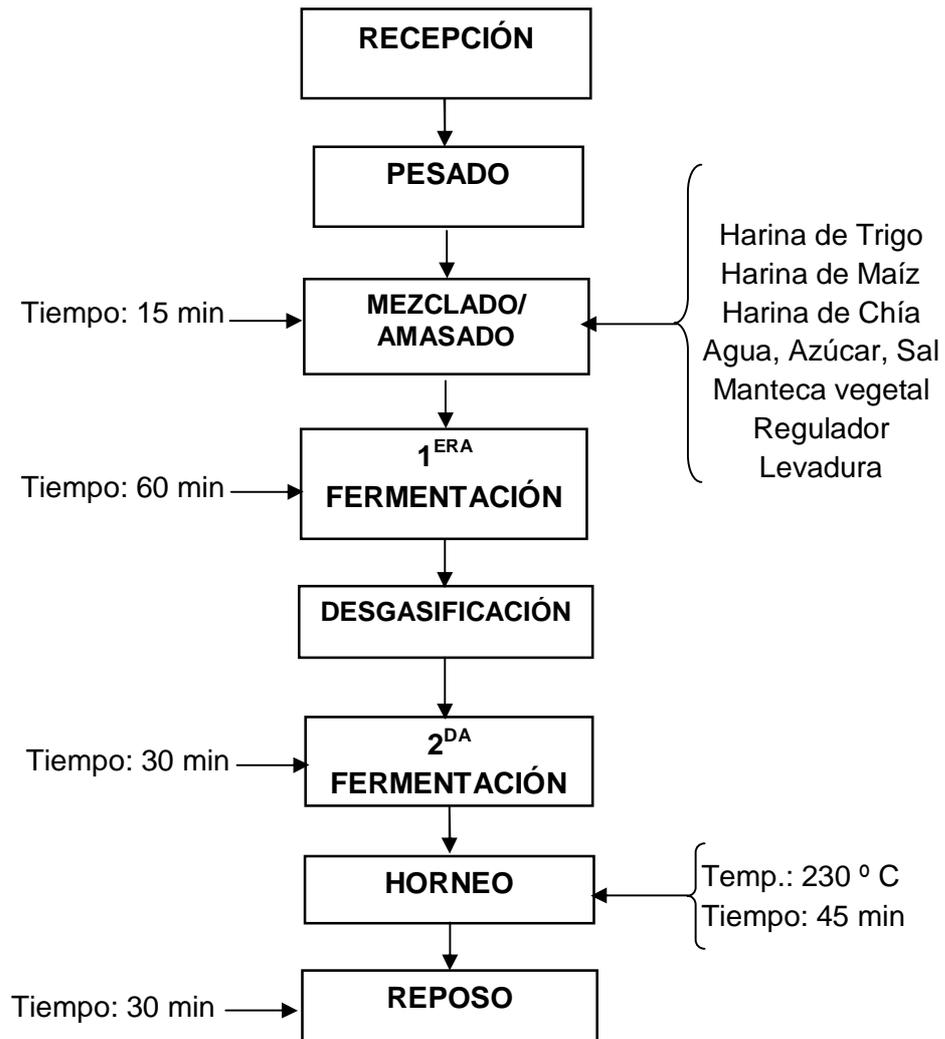
### DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACION DEL PAN TIPO BRIOLLO 100 % TRIGO



Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

## ANEXO 2

### DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACION DEL PAN TIPO BRIOLLO CON SUSTITUCION DE TRIGO POR HARINA DE MAIZ Y CHIA



Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

### ANEXO 3

## FORMULARIO PARA EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha: \_\_\_\_\_  
 # de Panelista: \_\_\_\_\_  
 Sexo: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_

<b>MUESTRA: PAN TIPO BRIOLLO</b>
----------------------------------

<b>Muestra: 458</b>					
<b>Parámetros</b>	<b>Color de Corteza</b>	<b>Color de Miga</b>	<b>Sabor</b>	<b>Suavidad / Esponjosidad</b>	<b>Crocancia</b>
Me gusta extremadamente					
Me gusta mucho					
Me gusta ligeramente					
No me gusta ni me disgusta					
Me disgusta ligeramente					
Me disgusta mucho					
Me disgusta extremadamente					

<b>Muestra: 103</b>					
<b>Parámetros</b>	<b>Color de Corteza</b>	<b>Color de Miga</b>	<b>Sabor</b>	<b>Suavidad / Esponjosidad</b>	<b>Crocancia</b>
Me gusta extremadamente					
Me gusta mucho					
Me gusta ligeramente					
No me gusta ni me disgusta					
Me disgusta ligeramente					
Me disgusta mucho					
Me disgusta extremadamente					

<b>Muestra: 792</b>					
<b>Parámetros</b>	<b>Color de Corteza</b>	<b>Color de Miga</b>	<b>Sabor</b>	<b>Suavidad / Esponjosidad</b>	<b>Crocancia</b>
Me gusta extremadamente					
Me gusta mucho					
Me gusta ligeramente					
No me gusta ni me disgusta					
Me disgusta ligeramente					
Me disgusta mucho					
Me disgusta extremadamente					

<b>¿Cuál de las siguientes muestras es su preferida?</b>	_____ 458 _____ 103 _____ 792
--	-------------------------------

<b>Comentarios:</b> _____ _____ _____
---

## ANEXO 4

### FORMULACIONES DE LOS PROTOTIPOS

FORMULA SUSTITUCION 30 %	
INGREDIENTES	%
HARINA DE TRIGO	37,96%
HARINA DE MAIZ	10,85%
HARINA DE CHIA	5,42%
AZUCAR	9,76%
MANTECA	5,42%
HUEVO	5,42%
AGUA	21,69%
LEVADURA	2,17%
SAL	1,08%
REGULADOR	0,22%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

FORMULA SUSTITUCION 40 %	
INGREDIENTES	%
HARINA DE TRIGO	32,54%
HARINA DE MAIZ	16,27%
HARINA DE CHIA	5,42%
AZUCAR	9,76%
MANTECA	5,42%
HUEVO	5,42%
AGUA	21,69%
LEVADURA	2,17%
SAL	1,08%
REGULADOR DEL PAN	0,22%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

<b>FÓRMULA SUSTITUCIÓN 50 %</b>	
<b>INGREDIENTES</b>	<b>%</b>
HARINA DE TRIGO	27,11%
HARINA DE MAIZ	21,69%
HARINA DE CHIA	5,42%
AZUCAR	9,76%
MANTECA	5,42%
HUEVO	5,42%
AGUA	21,69%
LEVADURA	2,17%
SAL	1,08%
REGULADOR DEL PAN	0,22%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

## ANEXO 5

### RESULTADOS DUREZA DE LA MUESTRA PATRÓN Y LOS PROTOTIPOS

FORMULACIÓN PATRÓN (100 % TRIGO)					
DÍAS:	0	1	2	3	4
TEXTURA 1	9,31	16,05	23,80	32,55	40,93
TEXTURA 2	9,28	16,02	23,77	32,58	40,92
TEXTURA 3	9,28	16,01	23,79	32,57	40,94
TEXTURA 4	9,28	16,02	23,80	32,55	40,93
TEXTURA 5	9,29	16,05	23,79	32,55	40,93
TEXTURA 6	9,30	16,05	23,78	32,56	40,92
TEXTURA 7	9,29	16,05	23,80	32,56	40,94
TEXTURA 8	9,31	16,02	23,79	32,57	40,92
TEXTURA 9	9,28	16,02	23,80	32,58	40,93
TEXTURA 10	9,31	16,03	23,80	32,57	40,93
TEXTURA 11	9,29	16,02	23,78	32,55	40,93
TEXTURA 12	9,28	16,01	23,79	32,55	40,93
TEXTURA 13	9,28	16,03	23,79	32,56	40,92
TEXTURA 14	9,27	16,01	23,8	32,56	40,94
TEXTURA 15	9,29	16,04	23,78	32,56	40,92
TEXTURA 16	9,28	16,03	23,79	32,56	40,92
TEXTURA 17	9,30	16,02	23,80	32,57	40,93
TEXTURA 18	9,31	16,03	23,80	32,58	40,93
TEXTURA 19	9,28	16,01	23,78	32,56	40,93
TEXTURA 20	9,28	16,02	23,79	32,58	40,93
TEXTURA 21	9,29	16,01	23,80	32,57	40,93
TEXTURA 22	9,30	16,02	23,80	32,58	40,93
TEXTURA 23	9,27	16,02	23,79	32,56	40,93
TEXTURA 24	9,29	16,01	23,80	32,55	40,92
TEXTURA 25	9,29	16,03	23,80	32,55	40,94
TEXTURA 26	9,29	16,02	23,78	32,57	40,92
TEXTURA 27	9,28	16,01	23,79	32,55	40,93
TEXTURA 28	9,27	16,01	23,79	32,56	40,92
TEXTURA 29	9,28	16,02	23,80	32,55	40,93
TEXTURA 30	9,30	16,03	23,79	32,57	40,94
PROMEDIO	9,29	16,02	23,79	32,56	40,93

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

<b>FORMULA SUSTITUCIÓN 30 %</b>					
<b>DÍAS:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
TEXTURA 1	9,17	15,87	23,71	32,49	40,87
TEXTURA 2	9,18	15,90	23,72	32,50	40,89
TEXTURA 3	9,17	15,88	23,71	32,49	40,88
TEXTURA 4	9,17	15,86	23,72	32,50	40,87
TEXTURA 5	9,17	15,90	23,72	32,49	40,90
TEXTURA 6	9,19	15,87	23,70	32,49	40,89
TEXTURA 7	9,17	15,89	23,71	32,51	40,90
TEXTURA 8	9,21	15,88	23,70	32,49	40,97
TEXTURA 9	9,18	15,87	23,71	32,50	40,89
TEXTURA 10	9,19	15,90	23,72	32,50	40,91
TEXTURA 11	9,17	15,87	23,71	32,49	40,90
TEXTURA 12	9,17	15,88	23,70	32,52	40,88
TEXTURA 13	9,18	15,86	23,71	32,49	40,89
TEXTURA 14	9,19	15,86	23,72	32,50	40,86
TEXTURA 15	9,17	15,89	23,70	32,49	40,87
TEXTURA 16	9,18	15,87	23,71	32,49	40,90
TEXTURA 17	9,21	15,90	23,72	32,52	40,91
TEXTURA 18	9,19	15,87	23,71	32,50	40,86
TEXTURA 19	9,17	15,88	23,72	32,49	40,86
TEXTURA 20	9,18	15,86	23,70	32,51	40,88
TEXTURA 21	9,17	15,86	23,70	32,49	40,86
TEXTURA 22	9,17	15,90	23,71	32,50	40,90
TEXTURA 23	9,19	15,86	23,72	32,52	40,89
TEXTURA 24	9,17	15,87	23,70	32,49	40,87
TEXTURA 25	9,21	15,88	23,71	32,50	40,86
TEXTURA 26	9,18	15,88	23,70	32,51	40,90
TEXTURA 27	9,19	15,84	23,72	32,49	40,86
TEXTURA 28	9,17	15,86	23,72	32,52	40,88
TEXTURA 29	9,20	15,88	23,70	32,49	40,90
TEXTURA 30	9,18	15,90	23,71	32,50	40,87
<b>PROMEDIO</b>	<b>9,18</b>	<b>15,88</b>	<b>23,71</b>	<b>32,50</b>	<b>40,89</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

<b>FÓRMULA SUSTITUCIÓN 40 %</b>					
<b>DÍAS:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
TEXTURA 1	9,21	15,91	23,74	32,51	40,89
TEXTURA 2	9,18	15,90	23,71	32,50	40,90
TEXTURA 3	9,19	15,88	23,71	32,51	40,88
TEXTURA 4	9,21	15,92	23,70	32,53	40,91
TEXTURA 5	9,21	15,89	23,73	32,52	40,88
TEXTURA 6	9,18	15,91	23,72	32,50	40,90
TEXTURA 7	9,21	15,88	23,74	32,50	40,88
TEXTURA 8	9,18	15,92	23,71	32,53	40,91
TEXTURA 9	9,21	15,92	23,74	32,51	40,91
TEXTURA 10	9,20	15,91	23,72	32,51	40,90
TEXTURA 11	9,21	15,88	23,71	32,52	40,88
TEXTURA 12	9,19	15,90	23,71	32,50	40,89
TEXTURA 13	9,18	15,91	23,73	32,51	40,88
TEXTURA 14	9,21	15,89	23,72	32,50	40,90
TEXTURA 15	9,20	15,92	23,71	32,51	40,91
TEXTURA 16	9,21	15,91	23,74	32,51	40,89
TEXTURA 17	9,21	15,89	23,71	32,52	40,89
TEXTURA 18	9,19	15,90	23,73	32,50	40,88
TEXTURA 19	9,19	15,91	23,72	32,51	40,90
TEXTURA 20	9,22	15,88	23,71	32,50	40,88
TEXTURA 21	9,18	15,89	23,71	32,52	40,91
TEXTURA 22	9,18	15,91	23,74	32,51	40,89
TEXTURA 23	9,22	15,90	23,73	32,50	40,90
TEXTURA 24	9,20	15,91	23,70	32,53	40,88
TEXTURA 25	9,21	15,89	23,74	32,51	40,90
TEXTURA 26	9,18	15,89	23,72	32,50	40,88
TEXTURA 27	9,20	15,90	23,71	32,52	40,91
TEXTURA 28	9,20	15,89	23,71	32,53	40,91
TEXTURA 29	9,22	15,91	23,73	32,50	40,91
TEXTURA 30	9,19	15,90	23,70	32,52	40,88
<b>PROMEDIO</b>	<b>9,20</b>	<b>15,90</b>	<b>23,72</b>	<b>32,51</b>	<b>40,89</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

<b>FÓRMULA SUSTITUCIÓN 50 %</b>					
<b>DÍAS:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
TEXTURA 1	9,20	15,94	23,74	32,54	40,89
TEXTURA 2	9,22	15,92	23,77	32,51	40,91
TEXTURA 3	9,21	15,93	23,72	32,53	40,92
TEXTURA 4	9,22	15,91	23,74	32,55	40,89
TEXTURA 5	9,23	15,91	23,77	32,55	40,92
TEXTURA 6	9,20	15,94	23,75	32,56	40,92
TEXTURA 7	9,21	15,93	23,73	32,52	40,91
TEXTURA 8	9,20	15,92	23,74	32,53	40,89
TEXTURA 9	9,22	15,92	23,72	32,51	40,90
TEXTURA 10	9,22	15,92	23,77	32,55	40,91
TEXTURA 11	9,23	15,93	23,75	32,55	40,91
TEXTURA 12	9,20	15,93	23,73	32,55	40,89
TEXTURA 13	9,22	15,95	23,77	32,55	40,92
TEXTURA 14	9,21	15,93	23,73	32,53	40,90
TEXTURA 15	9,22	15,93	23,74	32,52	40,91
TEXTURA 16	9,21	15,93	23,72	32,55	40,89
TEXTURA 17	9,20	15,91	23,75	32,52	40,90
TEXTURA 18	9,22	15,93	23,74	32,54	40,92
TEXTURA 19	9,23	15,91	23,73	32,54	40,92
TEXTURA 20	9,22	15,91	23,72	32,52	40,92
TEXTURA 21	9,23	15,91	23,72	32,55	40,91
TEXTURA 22	9,21	15,91	23,74	32,52	40,89
TEXTURA 23	9,22	15,92	23,77	32,55	40,91
TEXTURA 24	9,22	15,91	23,73	32,51	40,91
TEXTURA 25	9,22	15,93	23,75	32,52	40,90
TEXTURA 26	9,20	15,91	23,77	32,55	40,89
TEXTURA 27	9,21	15,93	23,73	32,53	40,92
TEXTURA 28	9,22	15,93	23,73	32,55	40,92
TEXTURA 29	9,21	15,91	23,77	32,51	40,91
TEXTURA 30	9,20	15,93	23,72	32,53	40,89
<b>PROMEDIO</b>	<b>9,21</b>	<b>15,92</b>	<b>23,74</b>	<b>32,53</b>	<b>40,91</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

## ANEXO 6

### RESULTADOS VOLUMEN DEL DE LA MUESTRA PATRON Y LOS PROTOTIPOS

<b>MUESTRAS:</b>	<b>PATRÓN</b>	<b>SUST. 30 %</b>	<b>SUST. 40 %</b>	<b>SUST. 50 %</b>
<b>DÍAS:</b>	0	0	0	0
<b>V1 (ml)</b>	210	182	192	218
<b>V2 (ml)</b>	195	179	210	210
<b>V3 (ml)</b>	196	178	192	198
<b>PROMEDIO</b>	<b>200,33</b>	<b>179,67</b>	<b>198</b>	<b>208,67</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

## ANEXO 7

### RESULTADOS PESOS DE LA MUESTRA PATRON Y LOS PROTOTIPOS

<b>MUESTRAS:</b>	<b>PATRÓN</b>	<b>SUST. 30 %</b>	<b>SUST. 40 %</b>	<b>SUST. 50%</b>
<b>DÍAS:</b>	0	0	0	0
<b>P1 (g)</b>	52,18	52	52,91	53,95
<b>P2 (g)</b>	51,83	51,95	54,26	53,15
<b>P3 (g)</b>	53,2	51,26	51,96	53,54
<b>P4 (g)</b>	53,17	53,76	52,83	52,48
<b>P5 (g)</b>	52,71	52,62	51,47	51,83
<b>P6 (g)</b>	52,16	52	52,91	53,95
<b>P7 (g)</b>	51,81	51,95	54,26	53,15
<b>P8 (g)</b>	53,19	51,26	51,96	53,54
<b>P9 (g)</b>	53,16	53,76	52,83	52,48
<b>P10 (g)</b>	52,72	52,62	51,47	51,83
<b>PROMEDIO</b>	<b>52,61</b>	<b>52,32</b>	<b>52,69</b>	<b>52,99</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

## ANEXO 8

### RESULTADOS ACTIVIDAD DE AGUA DE LA MUESTRA PATRON Y LOS PROTOTIPOS

<b>MUESTRA:</b>	<b>PATRÓN</b>				
<b>DÍAS:</b>	0	1	2	3	4
<b>AW 1</b>	0,872	0,853	0,828	0,819	0,810
<b>AW 2</b>	0,870	0,851	0,826	0,817	0,809
<b>PROMEDIO:</b>	<b>0,871</b>	<b>0,852</b>	<b>0,827</b>	<b>0,818</b>	<b>0,810</b>
<b>MUESTRA:</b>	<b>SUSTITUCIÓN 30 %</b>				
<b>DÍAS:</b>	0	1	2	3	4
<b>AW 1</b>	0,881	0,856	0,833	0,822	0,812
<b>AW 2</b>	0,879	0,855	0,831	0,820	0,811
<b>PROMEDIO:</b>	<b>0,880</b>	<b>0,856</b>	<b>0,832</b>	<b>0,821</b>	<b>0,812</b>
<b>MUESTRA:</b>	<b>SUSTITUCIÓN 40 %</b>				
<b>DÍAS:</b>	0	1	2	3	4
<b>AW 1</b>	0,884	0,858	0,835	0,824	0,815
<b>AW 2</b>	0,882	0,858	0,833	0,824	0,814
<b>PROMEDIO:</b>	<b>0,883</b>	<b>0,858</b>	<b>0,834</b>	<b>0,824</b>	<b>0,815</b>
<b>MUESTRA:</b>	<b>SUSTITUCIÓN 50 %</b>				
<b>DÍAS:</b>	0	1	2	3	4
<b>AW 1</b>	0,886	0,862	0,838	0,827	0,816
<b>AW 2</b>	0,886	0,861	0,836	0,825	0,818
<b>PROMEDIO:</b>	<b>0,886</b>	<b>0,862</b>	<b>0,837</b>	<b>0,826</b>	<b>0,817</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

## ANEXO 9

### RESULTADOS HUMEDAD DE LA MUESTRA PATRÓN Y LOS PROTOTIPOS

MUESTRA:	PATRÓN				
DÍAS:	0	1	2	3	4
% HUMEDAD 1	38,70	33,82	20,11	19,95	18,60
% HUMEDAD 2	38,56	33,84	20,09	19,93	18,57
PROMEDIO:	<b>38,63</b>	<b>33,83</b>	<b>20,10</b>	<b>19,94</b>	<b>18,59</b>
MUESTRA:	SUSTITUCIÓN 30 %				
DÍAS:	0	1	2	3	4
% HUMEDAD 1	39,64	37,93	23,94	20,28	19,00
% HUMEDAD 2	39,63	37,92	23,96	20,26	19,02
PROMEDIO:	<b>39,64</b>	<b>37,93</b>	<b>23,95</b>	<b>20,27</b>	<b>19,01</b>
MUESTRA:	SUSTITUCIÓN 40 %				
DÍAS:	0	1	2	3	4
% HUMEDAD 1	41,62	38,44	24,87	21,93	19,12
% HUMEDAD 2	41,62	38,43	24,88	21,90	19,14
PROMEDIO:	<b>41,62</b>	<b>38,44</b>	<b>24,88</b>	<b>21,92</b>	<b>19,13</b>
MUESTRA:	SUSTITUCIÓN 50 %				
DÍAS:	0	1	2	3	4
% HUMEDAD 1	44,00	38,81	25,61	22,44	19,22
% HUMEDAD 2	44,02	38,79	25,63	22,41	19,19
PROMEDIO:	<b>44,01</b>	<b>38,80</b>	<b>25,62</b>	<b>22,43</b>	<b>19,21</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

## ANEXO 10

### RESULTADOS PRUEBA SENSORIAL

COLOR DE CORTEZA				
N. Jueces	Código	Código	Código	TOTAL
	792	458	103	
1	6	5	4	15
2	7	4	3	14
3	5	3	4	12
4	5	4	4	13
5	7	5	5	17
6	6	5	4	15
7	5	5	4	14
8	6	4	3	13
9	7	5	4	16
10	7	5	3	15
11	6	4	4	14
12	6	5	2	13
13	5	5	5	15
14	6	5	5	16
15	6	7	4	17
16	7	6	3	16
17	7	4	3	14
18	6	5	4	15
19	7	5	4	16
20	7	4	3	14
TOTAL	124	95	75	294

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

<b>COLOR DE MIGA</b>				
<b>N. Jueces</b>	<b>Código</b>	<b>Código</b>	<b>Código</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>792</b>	<b>458</b>	<b>103</b>	
1	6	5	4	15
2	7	4	3	14
3	5	3	4	12
4	5	4	3	12
5	7	5	3	15
6	6	5	4	15
7	5	5	4	14
8	6	4	3	13
9	7	3	4	14
10	7	5	3	15
11	6	5	4	15
12	6	5	2	13
13	5	5	3	13
14	6	5	5	16
15	6	7	4	17
16	7	6	3	16
17	7	4	3	14
18	6	5	4	15
19	7	5	4	16
20	7	4	3	14
<b>TOTAL</b>	<b>124</b>	<b>94</b>	<b>70</b>	<b>288</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

<b>SABOR</b>				
<b>N. Jueces</b>	<b>Código</b>	<b>Código</b>	<b>Código</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>792</b>	<b>458</b>	<b>103</b>	
1	7	4	5	16
2	6	4	5	15
3	6	3	5	14
4	5	3	5	13
5	6	3	4	13
6	6	3	5	14
7	7	2	6	15
8	7	4	5	16
9	6	3	4	13
10	7	5	5	17
11	6	2	5	13
12	7	4	5	16
13	5	3	5	13
14	5	3	5	13
15	7	3	4	14
16	6	5	4	15
17	5	4	4	13
18	6	4	4	14
19	7	5	5	17
20	6	4	3	13
<b>TOTAL</b>	<b>123</b>	<b>71</b>	<b>93</b>	<b>287</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

<b>SUAVIDAD / ESPONJOSIDAD</b>				
<b>N. Jueces</b>	<b>Código</b>	<b>Código</b>	<b>Código</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>792</b>	<b>458</b>	<b>103</b>	
1	7	4	5	16
2	6	3	4	13
3	7	4	3	14
4	6	4	4	14
5	5	5	5	15
6	7	4	5	16
7	6	4	5	15
8	6	3	4	13
9	6	4	5	15
10	7	3	5	15
11	5	4	4	13
12	6	2	5	13
13	6	5	5	16
14	7	5	5	17
15	6	4	7	17
16	7	3	6	16
17	5	3	4	12
18	6	4	5	15
19	6	4	5	15
20	6	3	4	13
<b>TOTAL</b>	<b>123</b>	<b>75</b>	<b>95</b>	<b>293</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

<b>CROCANCIA</b>				
<b>N. Jueces</b>	<b>Código</b>	<b>Código</b>	<b>Código</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>792</b>	<b>458</b>	<b>103</b>	
1	6	5	4	15
2	7	5	4	16
3	5	6	3	14
4	6	6	3	15
5	7	4	3	14
6	6	4	3	13
7	6	5	4	15
8	6	3	4	13
9	5	5	3	13
10	7	4	5	16
11	6	4	3	13
12	7	4	3	14
13	7	5	3	15
14	6	5	5	16
15	5	4	4	13
16	6	5	4	15
17	7	5	4	16
18	6	5	3	14
19	7	5	5	17
20	6	5	4	15
<b>TOTAL</b>	<b>124</b>	<b>94</b>	<b>74</b>	<b>292</b>

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

## ANEXO 11

### MEDIAS DE DUREZA POR MUESTRA ANALIZADA A TRAVÉS DE LOS 4 DÍAS DE VIDA ÚTIL DE CADA SUSTITUCIÓN

<b>MEDIAS DE DUREZA TOTALES POR SUSTITUCIÓN</b>				
<b>MUESTRAS:</b>	<b>Sust. 30%</b>	<b>Sust. 40%</b>	<b>Sust. 50%</b>	<b>Patrón</b>
TEXTURA 1	24,42	24,45	24,46	24,53
TEXTURA 2	24,44	24,44	24,47	24,51
TEXTURA 3	24,43	24,43	24,46	24,52
TEXTURA 4	24,42	24,45	24,46	24,52
TEXTURA 5	24,44	24,45	24,48	24,52
TEXTURA 6	24,43	24,44	24,47	24,52
TEXTURA 7	24,44	24,44	24,46	24,53
TEXTURA 8	24,45	24,45	24,46	24,52
TEXTURA 9	24,43	24,46	24,45	24,52
TEXTURA 10	24,44	24,45	24,47	24,53
TEXTURA 11	24,43	24,44	24,47	24,51
TEXTURA 12	24,43	24,44	24,46	24,51
TEXTURA 13	24,43	24,44	24,48	24,52
TEXTURA 14	24,43	24,44	24,46	24,52
TEXTURA 15	24,42	24,45	24,46	24,52
TEXTURA 16	24,43	24,45	24,46	24,52
TEXTURA 17	24,45	24,44	24,46	24,52
TEXTURA 18	24,43	24,44	24,47	24,53
TEXTURA 19	24,42	24,45	24,47	24,51
TEXTURA 20	24,43	24,44	24,46	24,52
TEXTURA 21	24,42	24,44	24,46	24,52
TEXTURA 22	24,44	24,45	24,45	24,53
TEXTURA 23	24,44	24,45	24,47	24,51
TEXTURA 24	24,42	24,44	24,46	24,51
TEXTURA 25	24,43	24,45	24,46	24,52
TEXTURA 26	24,43	24,43	24,46	24,52
TEXTURA 27	24,42	24,45	24,46	24,51
TEXTURA 28	24,43	24,45	24,47	24,51
TEXTURA 29	24,43	24,45	24,46	24,52
TEXTURA 30	24,43	24,44	24,45	24,53
PROMEDIO	24,43	24,45	24,46	24,52

Elaborado por: Evelyne Castro Burgos, 2015

**ANEXO 12**

**MASA MADRE DE PROTOTIPO SELECCIONADO**



**ANEXO 13**

**PAN PROTOTIPO SELECCIONADO 60 GRAMOS**

**SUSTITUCION 50%**



**ANEXO 14**  
**HARINA DE CHIA**



**ANEXO 15**  
**MOLDES - LATAS**



## **HIPÓTESIS**

- Las sustituciones de un porcentaje de harina de trigo en la formulación del Pan tipo Briollo, aportarán a la reducción de los costos de importación de trigo y por lo tanto a la reducción de los costos de elaboración del producto.
- Los productos resultantes de las fórmulas con sustituciones de harina de trigo, obtendrán características físico-químicas y sensoriales competitivas con las de pan 100 % trigo.
- Los productos resultantes de las fórmulas con sustituciones de harina de trigo, tendrán igual o similar estabilidad a formulación 100 % trigo.