



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“ELABORACIÓN DE PAN DULCE PRECOCIDO ENRIQUECIDO CON  
HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa W.*)”**

**Tesis de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero  
Agroindustrial**

**AUTORES: Zulma Fernanda Álvarez Burbano**

**Enrique Rolando Tusa Manzo**

**DIRECTOR: Ing. Ángel Satama**

**Ibarra-Ecuador**

**2008 – 2009**

**Las ideas, conceptos, cuadros, figuras y más informes que se presentan en esta investigación son de responsabilidad de los autores:**

**Zulma Fernanda Álvarez Burbano**

**Enrique Rolando Tusa Manzo**

# ÍNDICE GENERAL

## CAPÍTULO I

	Pág.
<b>1 GENERALIDADES</b> .....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Hipótesis.....	4

## CAPÍTULO II

<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	5
2.1 La Quinoa ( <i>Chenopodium quínoa W</i> ).....	5
2.1.1 Descripción.....	6
2.1.2 Taxonomía y morfología.....	7
2.1.3 Valor nutricional.....	7
2.1.4 Ecología y adaptación.....	9
2.1.5 Cosecha y rendimiento.....	10
2.1.6 Formas de uso de quinoa.....	11
2.2 El Trigo.....	12
2.2.1 Origen y taxonomía.....	13
2.2.2 Composición química.....	14
2.2.3 Importancia económica, producción mundial y distribución geográfica.....	15
2.2.4 Producción nacional y rendimiento de trigo.....	16
2.2.5 Consumo de trigo.....	17
2.2.6 Usos e importancia nutritivas del trigo.....	17
2.3 La Panificación.....	18
2.3.1 El Pan.....	19

2.3.1.1 Valor nutritivo del pan.....	20
2.3.2 Fermentación.....	21
2.3.2.1 Proceso químico en Fermentación.....	21
2.3.2.2 Fermentación alcohólica.....	22
2.3.2.3 Fermentación láctica.....	23
2.3.2.4 Fermentación butírica.....	23
2.3.2.5 Fermentación acética.....	24
2.3.3 Clases de pan.....	24
2.3.3.1 Pan común.....	24
2.3.3.2 Pan especial.....	24
2.3.3.3 Pan precocido.....	25
2.4 Tecnología del pan precocido.....	26
2.4.1 Pesaje.....	26
2.4.2 Amasado.....	27
2.4.3 Reposo.....	27
2.4.4 División, boleado y formado.....	27
2.4.5 Fermentación.....	27
2.4.6 Primera cocción.....	28
2.4.7 Enfriamiento.....	28
2.4.8 Congelación.....	28
2.4.9 Almacenamiento.....	29
2.4.10 Descongelación y cocción final.....	29
2.5 Ingredientes y sus funciones.....	30
2.5.1 Harina.....	30
2.5.1.1 Tipos de harinas.....	31
2.5.1.2 Clases de harinas para pan.....	31
2.5.1.3 Harina de quinua.....	31
2.5.1.4 Harina de Trigo.....	32
2.5.2 Levadura.....	33
2.5.3 Líquido.....	34
2.5.4 Sal.....	34

2.5.5 Azúcar.....	35
2.5.6 Huevo.....	35
2.5.7 Grasas.....	35
2.5.8 Mejoradores.....	35
2.6 Equipos.....	36
2.6.1 Amasadora.....	36
2.6.2 Cámara de fermentación.....	37
2.6.3 Horno.....	38
2.6.4 Congelador.....	38

### **CAPÍTULO III**

<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
3.1 Caracterización del área de estudio.....	40
3.2 Materiales y equipos.....	41
3.2.1 Materias primas e insumos.....	41
3.2.2 Instrumentos y equipos para la investigación.....	41
3.3 Métodos.....	42
3.3.1 Factores en estudio.....	42
3.3.2 Tratamientos.....	42
3.3.3 Diseño experimental.....	43
3.3.4 Características del experimento.....	43
3.3.4.1 Unidad experimental.....	43
3.3.5 Análisis estadístico.....	43
3.3.5.1 Esquema de análisis de varianza.....	44
3.3.6 Variables evaluadas.....	44
3.3.6.1 Variables cuantitativas.....	44
3.3.6.2 Variables cualitativas (análisis organoléptico).....	44
3.4 Manejo específico del experimento.....	45
3.4.1 Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua...	45
3.4.2 Diagrama de bloques para la elaboración de pan dulce enriquecido con Harina de quinua.....	47

3.4.3 Proceso tecnológico.....	48
3.4.3.1 Adquisición y recepción de la materia prima.....	48
3.4.3.2 Pesaje.....	48
3.4.3.3 Amasado.....	48
3.4.3.4 Reposo.....	49
3.4.3.5 División, boleado y pesaje.....	49
3.4.3.6 Fermentación.....	49
3.4.3.7 Precocción.....	50
3.4.3.8 Enfriamiento.....	51
3.4.3.9 Empaque.....	51
3.4.3.10 Congelación.....	51
3.4.3.11 Descongelación.....	52
3.4.3.12 Cocción final.....	52
3.5 Análisis para el pan precocido y pan final.....	53
3.5.1 Peso.....	53
3.5.2 Volúmen.....	53
3.5.3 Peso Específico.....	53
3.5.4 Análisis Organolépticos.....	54
3.6 Análisis a los mejores tratamientos del producto precocido y terminado...	55

## **CAPÍTULO IV**

<b>4 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>56</b>
4.1 Determinación del peso en el pan precocido.....	56
4.2 Determinación del volumen en el pan precocido.....	59
4.3 Determinación del peso específico en el pan precocido.....	63
4.4 Determinación del peso en el pan dulce de quinua.....	67
4.5 Determinación del volumen en el pan dulce de quinua.....	70

4.6 Determinación del peso específico en el pan dulce de quinua.....	74
4.7 Análisis organolépticos.....	78
4.7.1 Apreciación del color.....	79
4.7.2 Apreciación del aroma.....	80
4.7.3 Apreciación del sabor.....	82
4.7.4 Apreciación de la corteza.....	84
4.7.5 Apreciación de la miga.....	86
4.8 Determinación de los análisis físico-químicos y microbiológicos.....	88
4.9 Rendimiento.....	90
4.9.1 Flujograma del proceso para la obtención del pan dulce precocido de quinua.....	90
4.10 Costos de producción.....	92
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>CONCLUSIONES</b> .....	93
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	96
<b>CAPÍTULO VII</b>	
<b>RESUMEN</b> .....	98
<b>CAPÍTULO VIII</b>	
<b>SUMMARY</b> .....	100
<b>CAPÍTULO IX</b>	
<b>9 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	102
9.1 Bibliografía de texto.....	102
9.2 Bibliografía de internet.....	103
9.3 Normas.....	104

**CAPÍTULO X**

<b>ANEXOS</b> .....	105
---------------------	-----

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pag.</b>
<b>Cuadro 1:</b> Clasificación Taxonómica de la quinua.....	7
<b>Cuadro 2:</b> Tabla nutricional (por 100 g de quinua).....	9
<b>Cuadro 3:</b> Clasificación morfológica del trigo.....	13
<b>Cuadro 4:</b> Tabla nutricional (por 100 g de porción aprovechable de trigo)...	14
<b>Cuadro 5:</b> Producción mundial de trigo (TM).....	15
<b>Cuadro 6:</b> Valor nutricional del pan aportado por 100g de producto.....	20
<b>Cuadro 7:</b> Valor nutritivo de la Harina de Quinua en gramos por 100gr. de muestra.32	
<b>Cuadro 8:</b> Valor nutritivo de la Harina de Trigo.....	33
<b>Cuadro 9:</b> Localización del Experimento y ubicación geográfica.....	40
<b>Cuadro 10:</b> Combinaciones de factores.....	42
<b>Cuadro 11:</b> Esquema del ADEVA.....	44
<b>Cuadro 12:</b> Fórmulas generales para la elaboración del pan precocido.....	46
<b>Cuadro 13:</b> Promedio de pesos en el pan precocido.....	55
<b>Cuadro 14:</b> Análisis de varianza .....	57
<b>Cuadro 15:</b> Prueba de Tukey para tratamientos.....	58
<b>Cuadro 16:</b> Prueba de DMS para factor A (% de harinas).....	58
<b>Cuadro 17:</b> Promedio de volúmenes en el pan precocido.....	59
<b>Cuadro 18:</b> Análisis de varianza.....	60
<b>Cuadro 19:</b> Prueba de Tukey para tratamientos.....	60
<b>Cuadro 20:</b> Prueba de DMS para factor A (% de harina).....	61
<b>Cuadro 21:</b> Promedio de pesos específicos en el pan precocido.....	63
<b>Cuadro 22:</b> Análisis de varianza.....	63
<b>Cuadro 23:</b> Prueba de Tukey para tratamientos.....	64
<b>Cuadro 24:</b> Prueba de DMS para el factor A (% de harina de quinua)...	64



<b>Cuadro 25:</b> Prueba de DMS para el factor C (tiempo de precocción).....	65
<b>Cuadro 26:</b> Promedio de pesos en el pan dulce de quinua.....	67
<b>Cuadro 27:</b> Análisis de varianza.....	67
<b>Cuadro 28:</b> Prueba de Tukey para tratamientos.....	68
<b>Cuadro 29:</b> Prueba de DMS para factor A (% de harina de quinua).....	68
<b>Cuadro 30:</b> Promedio de volúmenes en el pan dulce de quinua.....	70
<b>Cuadro 31:</b> Análisis de varianza.....	70
<b>Cuadro 32:</b> Prueba de Tukey para tratamientos.....	71
<b>Cuadro 33:</b> Prueba de DMS para el factor A (% harina de quinua).....	72
<b>Cuadro 34:</b> Prueba de DMS para el factor C (tiempo de precocción).....	72
<b>Cuadro 35:</b> Promedio de pesos específicos en el pan dulce de quinua.....	74
<b>Cuadro 36:</b> Análisis de varianza.....	74
<b>Cuadro 37:</b> Prueba de Tukey para tratamientos.....	75
<b>Cuadro 38:</b> Prueba de DMS para el factor A (% harina de quinua).....	75
<b>Cuadro 39:</b> Prueba de DMS para el factor C (tiempo de precocción)....	76
<b>Cuadro 40:</b> Rangos obtenidos a partir de doce tratamientos más un testigo.....	78
<b>Cuadro 41:</b> Rangos obtenidos a partir de doce tratamientos más un testigo.....	80
<b>Cuadro 42:</b> Rangos obtenidos a partir de doce tratamientos más un testigo.....	82
<b>Cuadro 43:</b> Rangos obtenidos a partir de doce tratamientos más un testigo.....	84
<b>Cuadro 44:</b> Rangos obtenidos a partir de doce tratamientos más un testigo.....	86
<b>Cuadro 45:</b> Análisis físico-químico y microbiológicos para el pan precocido (T10 y T11).....	88
<b>Cuadro 46:</b> Análisis físico-químico y microbiológicos para el pan final (T10 y T11)	89
<b>Cuadro 47:</b> Costos de producción del pan precocido a nivel experimental en laboratorio. .....	92

<b>Cuadro 48:</b> Calificación otorgada a doce tratamientos más un testigo, de pan dulce de quinua para la característica color.....	107
<b>Cuadro 49:</b> Calificación otorgada a doce tratamientos más un testigo, de pan dulce de quinua para la característica aroma.....	107
<b>Cuadro 50:</b> Calificación otorgada a doce tratamientos más un testigo, de pan dulce de quinua para la característica sabor.....	108
<b>Cuadro 51:</b> Calificación otorgada a doce tratamientos más un testigo, de pan dulce de quinua para la característica corteza.....	108
<b>Cuadro 52:</b> Calificación otorgada a doce tratamientos más un testigo, de pan dulce de quinua para la característica miga.....	109
<b>Cuadro 53:</b> Balance de materiales de los doce tratamientos.....	110
<b>Cuadro 54:</b> Costos de producción del pan precocido a nivel experimental en laboratorio, para los tratamientos T5, T6, T7 y T8.....	111
<b>Cuadro 55:</b> Costos de producción del pan precocido a nivel experimental en laboratorio, para los tratamientos T9, T10, T11 y T12.....	111

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1:</b> La quinua.....	5
<b>Gráfica 2:</b> Aminoácidos (metionina, lisina, valina, triptófano).....	8
<b>Gráfica 3:</b> Cosecha y rendimiento.....	10
<b>Gráfica 4:</b> Porcentajes de producción de la quinua por provincias.....	11
<b>Gráfica 5:</b> Producción de trigo por provincias en el Ecuador.....	16
<b>Gráfica 6:</b> La panificación.....	18
<b>Gráfica 7:</b> Ecuación general de la fermentación alcohólica.....	22
<b>Gráfica 8:</b> Ecuación general de la fermentación láctica.....	23

<b>Gráfica 9:</b> Ecuación general de la fermentación butírica.....	23
<b>Gráfica 10:</b> Ecuación general de la fermentación acética.....	24
<b>Gráfica 11:</b> Promedio de pesos en el pan precocado.....	59
<b>Gráfica 12:</b> Interacción de los factores: B (temperatura de precocción) y C (tiempo de precocción).....	61
<b>Gráfica 13:</b> Promedio de volúmenes en el pan precocado.....	62
<b>Gráfica 14:</b> Interacción de los factores: B (temperatura de precocción) y C (Tiempo de precocción) para la variable pesos específico de pan precocado.....	65
<b>Gráfica 15:</b> Promedio de pesos específicos en el pan precocado .....	66
<b>Gráfica 16:</b> Promedio de pesos del pan dulce de quinua.....	69
<b>Gráfica 17 :</b> Promedio de volúmenes en el pan dulce de quinua.....	73
<b>Gráfica 18:</b> Interacción de los factores: B (temperatura de precocción) y C (tiempo de precocción) para la variable peso específico del pan dulce de quinua.....	76
<b>Gráfica 19:</b> Promedio de pesos específicos en el pan dulce de quinua.....	77
<b>Gráfica 20:</b> Promedio de color.....	79
<b>Gráfica 21:</b> Promedio de aroma.....	81
<b>Gráfica 22:</b> Promedio de sabor.....	83
<b>Gráfica 23:</b> Promedio de corteza.....	85
<b>Gráfica 24:</b> Promedio de miga.....	87

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1:</b> Lavado de quinua.....	11
--	----

<b>Fotografía 2:</b> El trigo .....	12
<b>Fotografía 3:</b> Pesaje de ingredientes.....	47
<b>Fotografía 4:</b> Incorporación de ingredientes.....	47
<b>Fotografía 5:</b> Masa en el rodillo.....	47
<b>Fotografía 6:</b> Reposo.....	49
<b>Fotografía 7 y 8:</b> División.....	49
<b>Fotografía 9:</b> Pesaje 2.....	49
<b>Fotografía 10:</b> Cámara de fermentación .....	50
<b>Fotografía 11:</b> Precocción.....	50
<b>Fotografía 12:</b> Enfriamiento.....	51
<b>Fotografía 13:</b> Empaque.....	51
<b>Fotografía 14:</b> Congelación.....	52
<b>Fotografía 15:</b> Descongelación.....	52
<b>Fotografía 16:</b> Degustación.....	54
<b>Fotografía 17:</b> Equipo Fibertest.....	116
<b>Fotografía 18:</b> Equipo Soxhlet.....	116

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

En el Ecuador los productos obtenidos de las industrias de panificación tienen gran aceptación por los sectores rurales y urbanos; como es el caso del pan, alimento que tiene gran importancia en todos los niveles sociales de la población.

Este producto teniendo tal aceptabilidad en el mercado no provee al consumidor, elementos nutritivos que vayan a satisfacer las necesidades nutricionales, el problema principal que existe en la industria de panificación es el no proveer al cliente, un pan fresco, de buena calidad y a cualquier momento del día; debido a que este producto, luego de su elaboración, con el tiempo empieza a cambiar ciertas propiedades y características físicas y químicas, llegando al consumidor en estas condiciones.

Desde el punto de vista nutricional y alimentario, la quinua es la fuente natural de proteína y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales, necesarios para el buen desarrollo del organismo humano.

La elaboración de productos derivados de la quinua es escasa, no se buscan alternativas a nivel agroindustrial para darle valor agregado a ésta, sin embargo el tratamiento que se le da es la transformación en harina, la cual es destinada directamente a los centros de comercialización, lo que facilita el uso como

enriquecedor en la elaboración de pan, así también los subproductos de cosecha son directamente empleados para la alimentación animal.

En el Ecuador hay provincias que presentan características climáticas apropiadas para el cultivo de este cereal como es Azuay, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Pichincha, Tungurahua; la quinua no es utilizada en el campo industrial por lo que en su mayoría se consume en estado natural.

El propósito de la presente investigación es determinar los parámetros óptimos para la elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de Quinua (*Chenopodium quinoa* W.), con la finalidad de poner a consideración de los consumidores una alternativa más de consumo incluyendo este cereal, una de las razones es su elevado contenido de proteína, fibra dietética y otras propiedades para que el cliente pueda realizar la cocción final de este producto y así disponer de pan caliente y fresco de excelente calidad a cualquier momento.

La investigación realizada, compromete a los investigadores, productores primarios a dinamizar una alternativa más para sumar valor agregado a la quinua, siendo este un producto que aporta al consumidor, nutrientes de alto valor biológico; satisfacer las exigencias alimenticias de los consumidores, ya que esta investigación contribuye a proveerle al cliente pan precocido para que en el momento que requiera complete su cocción teniendo así un producto fresco en excelentes condiciones.

De esta forma se pretende fomentar la producción de quinua en la región norte especialmente en la provincia de Imbabura, potenciar las características nutritivas, aprovechar sus bondades intrínsecas como es la proteína, grasas insaturadas, vitaminas y minerales; además hidratos de carbono y el alto contenido de fibra dietética, cuyos componentes se concentran en el alimento básico de la humanidad como es el pan.

Este grupo de nutrientes en el pan contribuye a contrarrestar deficiencias en el organismo humano, permitiendo que los mismos dispongan de un alimento de calidad y gocen los consumidores de buena salud.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa W.*)

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar los parámetros de temperatura y tiempo durante el proceso de precocción en la elaboración del pan dulce enriquecido con harina de quinua.
- Establecer las características de calidad del producto precocido mediante análisis físico químicos (% de fibra, % azúcares totales, % grasa, % de proteína, peso, volumen, peso específico), y microbiológicos (recuento total de aerobios, mohos y levaduras).
- Determinar las características organolépticas (color, aroma, sabor, miga y corteza) del producto final.
- Establecer el rendimiento mediante balance de materiales al finalizar el proceso de elaboración para conocer la cantidad de producto obtenido.
- Determinar el costo de producción del pan.

### **1.3 HIPÓTESIS**

**1.3.1 Hi:** Los porcentajes de harina de quinua (*Chenopodium quinoa W.*), las temperaturas y tiempos de precocción influyen en la calidad del pan precocido.

**1.3.2 Ho:** Los porcentajes de harina de quinua (*Chenopodium quinoa W.*), las temperaturas y tiempos de precocción no influyen en la calidad del pan precocido.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 LA QUINUA (*Chenopodium quinoa W*)



Gráfico 1: <http://www.minag.gov.pe/quinoa.shtml>

[Consulta Septiembre 2006]

La quinua es el cereal más importante, cuya planta es de clase dicotiledónea y produce un grano y semilla de color blanco amarillento y tiene un excepcional balance de proteínas, grasa, aceite y almidón.

El contenido de proteínas es alto ya que el embrión constituye una gran parte de la semilla, cuyo valor nutritivo es comparable con los alimentos de origen animal como la leche, carne, huevos y pescado así como también recientes estudios establecen que el valor biológico y nutricional de este cereal se asemeja a la leche materna. **Fuente:** Toapanta P. 2005 [Consulta Septiembre 2006]

### 2.1.1 Descripción

Es una planta conocida también como arrocillo, trigo inca, Kiuna, y arroz del Perú. Es netamente americana (Andes de Ecuador, Colombia, Perú, Chile y Bolivia) y se cultiva desde hace unos 3000 a 5000 años.

La quinua es un cereal de un excepcional valor nutricional que fue un alimento sagrado para los Incas y se lo cultiva en la zona andina desde hace alrededor de cinco mil años. En Ecuador, la quinua se produce en las provincias de Azuay, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua.

Es una herbácea que alcanza de 1 a 2 metros de altura. De su tallo principal salen ramas que se hacen más cortas a medida que brotan a más altura formando un cono. Las hojas son lanceoladas no denticuladas, farinosas de nervaduras pinnadas. Las flores son pequeñas en pedúnculos apretados, terminales, hermafroditas. La semilla es un grano pequeño de forma discooidal. Se conocen variedades de la quinua: amarilla, roja, negra y real.

Disponible: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Convenio20MAG20IICA/producto> [Consulta: Septiembre 2006]

El nombre científico es *Chenopodium quinoa*, es uno de los productos autóctonos andinos que recobra importancia en la alimentación, debido a sus cualidades nutritivas y alto valor reconstituyente. Esta se consume generalmente en su forma integral, manteniendo el aporte de todas sus vitaminas, minerales y fibra, y es de fácil digestión, ya que puede ser procesado por el sistema digestivo en un promedio de 15 a 20 minutos.

Dentro de los beneficios que brinda el consumo de la quinua tenemos:

- No tiene colesterol
- No forma grasas en el organismo
- Es de fácil digestibilidad

Disponible: <http://www.prodiversitas.bioetica.org/nota71.htm> [Consulta: Septiembre 2006]

## 2.1.2 Taxonomía y morfología

**Cuadro 1: Clasificación Taxonómica de la quinua.**

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>Clase:</b>	Angiospermae
<b>Subclase:</b>	Dicotyledoneae
<b>Orden:</b>	Centrospermae
<b>Familia:</b>	Chenopodiaceae
<b>Género:</b>	Chenopodium
<b>Especie:</b>	Quinoa Willdenow
<b>Nombre Científico:</b>	Chenopodium quinoa Willdenou
<b>Nombre Común:</b>	Quinoa, canihua.

Fuente: TERRANOVA (1995); Producción Agrícola 1 (la quinua) [Consulta: Septiembre 2006]

## 2.1.3 Valor nutricional:

El valor nutritivo de un alimento es valorado por su naturaleza química, por las transformaciones que sufre al ser ingerido y por los efectos que produce en el consumidor.

Desde el punto de vista nutricional y alimentario la quinua es la fuente natural de proteína vegetal de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales que le confiere un valor biológico comparable solo con la leche y el huevo, así como también es una excelente fuente de carbohidratos y tiene casi el doble de proteína comparada a otros cereales como el arroz y el trigo, brinda también un aporte sorprendente de minerales como hierro, potasio, magnesio y zinc junto con las vitaminas del complejo B.

Los aminoácidos que posee la quinua entre los que más sobresalen están la lisina, methionina, triptofano, fenilalanina, tirosina y valina; superando los contenidos de los principales cereales: trigo, maíz, cebada y arroz, constituyéndose por lo tanto en uno de los principales alimentos de nuestra región siendo este grano el único alimento vegetal que provee de todos los aminoácidos esenciales para la vida del ser humano y en valores

cercanos a los establecidos por la FAO, lo cual hace que la proteína de la quinua sea de excelente calidad; sus características nutritivas hacen que se equipare a la leche.

Los aminoácidos que contiene la quinua son:

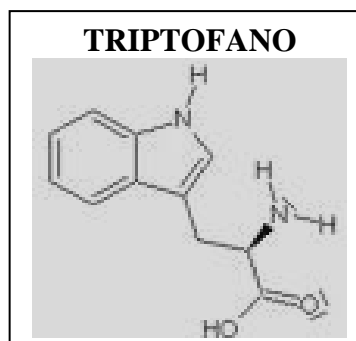
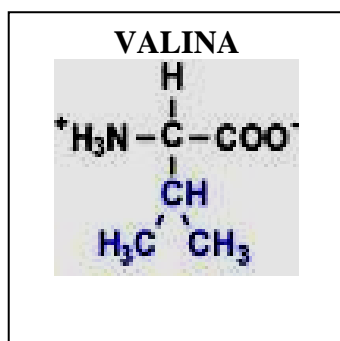
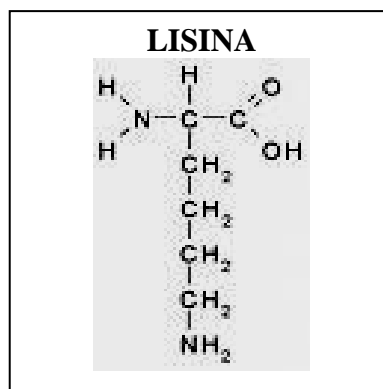
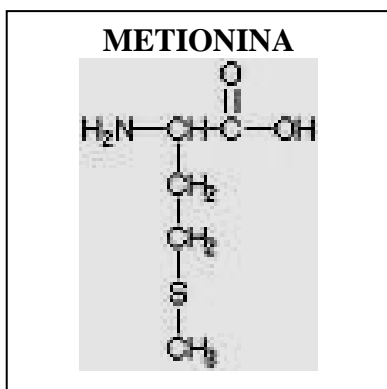


Gráfico 2: <http://images.google.com.ec> [Consulta: Octubre 2006]

Según estudios realizados por el INIAP afirman que, “la quinua contiene almidón, grasa, minerales y vitaminas en diferente proporción, que sumado a lo anterior, debió ser la razón para que los antiguos pobladores, le llamaran “**grano madre**”, el único capaz de reemplazar, en situación de emergencia, a la leche de la madre”. La quinua es una de las principales fuentes de proteínas como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2: Tabla nutricional (por 100 g de quinua)**

<b>TABLA NUTRICIONAL</b> (100 Grs. de producto)		
<b>NUTRIENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
Calorías	cal.	351
Humedad	%	9,40 - 13
Carbohidratos	g	53,50 – 74,30
Fibra	g	2,10 – 4,90
Grasa Total	g	5,30 – 6,40
Lisina	g	6,80 – 8,50
Proteínas	g	11,00 - 21,00
Metionina	mg	2,1
Treonina	mg	4,5
Triptófano	mg	1,3
Calcio	mg	66,6
Fósforo	mg	408,3
Magnesio	mg	204,2
Hierro	mg	10,9
Manganeso	mg	2,21
Zinc	mg	7,47

**Fuente:** Memorias de Cultivo y procesamiento de quinua CENDES, (1981), pag.41 Ecuador. [Consulta: Septiembre 2008]

#### **2.1.4 Ecología y adaptación**

Su cultivo se mantiene en todas aquellas regiones andinas así, la encontramos desde Colombia hasta Argentina y Chile, pero las mayores áreas productivas corresponden a Perú en las zonas agro ecológicas Quechua y Suni, y a Bolivia. En el Perú, en el Departamento de Puno tiene la más extensa superficie de cultivo, con aproximadamente 12,000 ha.

Se produce en un amplio rango altitudinal entre los 2600 a los 3900 msnm, muestra adaptabilidad a pisos altitudinales menores, de tal manera que se la puede producir en zonas bajas y aun en ceja de selva. [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.materia-prima-quinua.htm>. [Consulta: Octubre 2006]

### 2.1.5 Cosecha y rendimiento

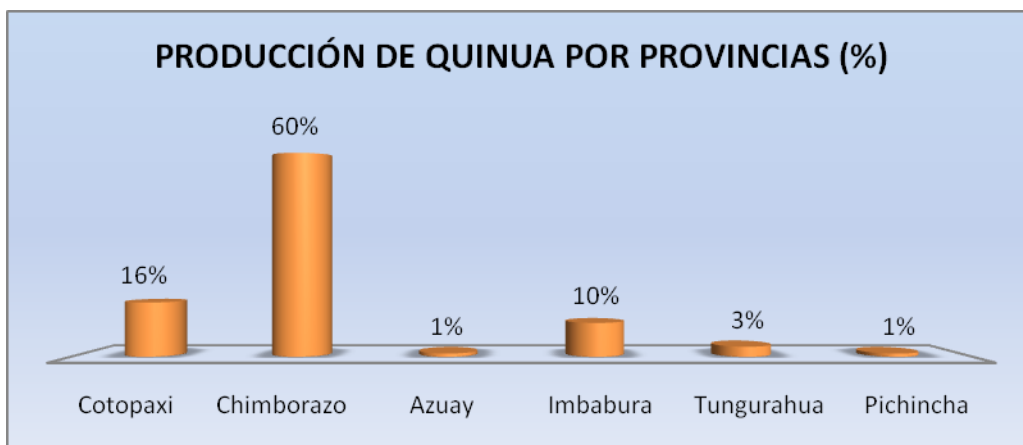


**Gráfico 3:** Tomada del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura / GTZ Unidad de Desarrollo Rural Sostenible Proyecto INFOAGRO-Bolivia (IICA/GTZ) Copyright, 2002 [Consulta: Diciembre 2006]

La cantidad de Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs) registradas son en base a la superficie sembrada, la superficie cosechada, la producción obtenida y el rendimiento promedio encontrado en la Sierra es de 0.4 toneladas por hectárea. De todos modos los rendimientos provinciales son bien diferenciados, por ejemplo, en Cotopaxi, el rendimiento promedio encontrado fue de 0.1 toneladas por hectárea, mientras que en Chimborazo y en Imbabura fue de 0.4 Tm/ha, y en Tungurahua, 0.8 Tm/ha". [Página Web en línea] Disponible: <http://www.sica.gov.ec/censo/contenido/quinoa.pdf>. [Consulta: Diciembre 2006]

En porcentaje de producción tenemos las siguientes provincias: Chimborazo tiene una producción del 60%, la provincia de Cotopaxi con un 16%, Imbabura con el 10%, Tungurahua el 3% y por último Pichincha y Azuay con el 1%.

**Gráfico 4: Porcentajes de producción de la quinua por provincias:**



Datos tomados de proyecto SICA MUNDIAL (2000) [Consulta: Diciembre 2006]

### 2.1.6 Formas de uso de la quinua

Para el consumo humano la quinua debe pasar por un tratamiento de desaponificado, es decir que una característica de este pequeño grano es el contenido de saponinas la que confiere un sabor amargo a la quinua; eliminando este sabor mediante procesos caseros o agroindustriales basándose siempre en un repetido lavado a fondo o en algunos casos la cocción y secado, permitiendo que estos procesos eliminen tanto el sabor amargo como los efectos tóxicos. **Fuente:** Manual de Producción de quinua de calidad en el Ecuador. [Consulta: Enero 2007]



**Fotografía 1:** Lavado casero de quinua (tomada en la comunidad de Pucará) [Febrero 2007]

La quinua es un producto típicamente agroindustrial, el paso obligado de eliminar la saponina previo el consumo, es un proceso agroindustrial que le da al producto valor agregado. De la quinua se puede obtener una serie de subproductos de uso alimenticio como carne vegetal de quinua, mortadela de quinua y plátano, leche gelificada de quinua entre otros, por otro lado la quinua es un producto bien versátil para la elaboración de harina siendo este un subproducto panificable.

Así también encontramos que la quinua es utilizada en las áreas como la medicina, donde se emplea su tallo y hojas como cicatrizantes, desinflamatorio, analgésica, entre otros. También se la emplea en la alimentación animal empleando los subproductos de la cosecha y los granos de segunda clase, pudiendo emplearse en la alimentación de rumiantes, aves, cerdos, monogástricos. [Página Web en línea] Disponible: <http://www.quinua.htm>. Consulta: Enero 2007]

## **2.2 El Trigo (*Triticum vulgare*)**

El trigo es un producto vegetal y la planta gramínea más ampliamente cultivada del mundo, es un cereal que produce granos, mismos que son considerados como alimento que contienen nutrientes entre ellos: carbohidratos proteínas, grasas, minerales y vitaminas.



**Fotografía 2:** Tomada en la Comunidad de Pucará [Febrero 2007]



### 2.2.1 Origen y taxonomía

El trigo es una planta herbácea de la familia gramínea y género triticum, el trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las más antiguas evidencias arqueológicas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía e Iraq. Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre eran del tipo Triticum monococcum y T. dicocccum, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar. El trigo produjo más alimento al ser cultivado, este hecho provocó una auténtica revolución agrícola en el denominado creciente fértil.

La agricultura y la ganadería nacientes exigían un cuidado continuo, lo que generó una conciencia acerca del tiempo y las estaciones, obligando a estas pequeñas sociedades a guardar provisiones para las épocas menos generosas, teniendo en cuenta los beneficios que brinda el grano de trigo al facilitar su almacenamiento durante temporadas considerables.

[Página Web en línea] Disponible en <http://wikipedia.com/trigo.htm>. [Consulta Marzo 2007]

La clasificación taxonómica del trigo, se la puede apreciar en el cuadro 3.

**Cuadro 3:** Clasificación morfológica del trigo:

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Subreino</b>	Fanerógamas
<b>División</b>	Cheteriodophitas
<b>Subdivisión</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Monocotiledónea
<b>Orden</b>	Cereales
<b>Familia</b>	Gramínea
<b>Género</b>	Triticum
<b>Especie</b>	Vulgare
<b>N. Científico</b>	Triticum Vulgare
<b>N. Común</b>	Trigo

**Fuente:** Terranova (1995) [Consulta: Marzo 2007]

### 2.2.2 Composición química

El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, ácidos grasos, sustancias minerales y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas, enzimas y otras sustancias como pigmentos. [Página Web en línea] Disponible: [http. / www.monografias.com/trigo.shtml](http://www.monografias.com/trigo.shtml). [Consulta: Abril 2007]

Dentro de las proteínas que contiene el trigo la más importante en la industria de panificación es el gluten que es un complejo de proteínas de color blanco grisáceo, duro y elástico, presente en el trigo; esta proteína da a la masa de pan el tacto viscoso o pegajoso que retiene el gas cuando sube por acción de la levadura.

El gluten se forma cuando se combinan con agua las proteínas gluteína y gliadina, presentes en la harina. Al cocerse el pan, el gluten de la masa se expande debido al dióxido de carbono producido por acción de la levadura, dando a la masa una textura esponjosa y elástica. Los panes con gluten tienen mayor contenido en proteínas y menor contenido en almidón que otros panes.

**Cuadro 4: Tabla nutricional (por 100 g de porción aprovechable de trigo)**

<b>Nutrientes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Humedad	14,2	g
Proteínas	13,0	g
Carbohidratos totales	69,6	g
Extracto etéreo	1,7	g
Fibra	2,9	g
Ceniza	1,5	g
Calcio	54,0	g
Tiamina	0,56	mg
Riboflavina	0,05	mg
Niacina	4,96	mg
Caroteno	0,01	mg
Hierro	3,7	mg
Fósforo	340	mg
Energía	354	cal

Fuente: [www.wikipediaenciclopedia.libretrigo.htm](http://www.wikipediaenciclopedia.libretrigo.htm) [Consulta Abril 2007]

### 2.2.3 Importancia económica, producción mundial y distribución geográfica

El trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, siendo el cereal más cultivado por esto es considerado un alimento para consumo humano aunque gran parte se destina a la alimentación animal, así como a subproductos de la transformación industrial destinado para piensos.

La propiedad más importante de este cereal, es la capacidad de cocción de la harina debida a la elasticidad del gluten que contiene, esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre.

Este se cultiva en todo el mundo siendo la principal área de cultivo la zona templada del hemisferio norte. A nivel mundial, el aumento del rendimiento y de las superficies cultivadas nos conduce de esta forma a un gran incremento de la producción, siendo el primer cereal desde el punto de vista comercial, anualmente se producen 100 Kg de trigo por cada habitante en el mundo, casi toda su producción se destina a la alimentación humana. [Página Web en línea] Disponible: [www.AgroPanorama.com](http://www.AgroPanorama.com). [Consulta Abril 2007]

**Cuadro 5: Producción mundial de trigo (TM)**

Producción Mundial de Trigo (millones de toneladas)									
1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
585,4	613,4	593,5	587,7	586,1	590,0	574,4	561,1	629,9	628,1

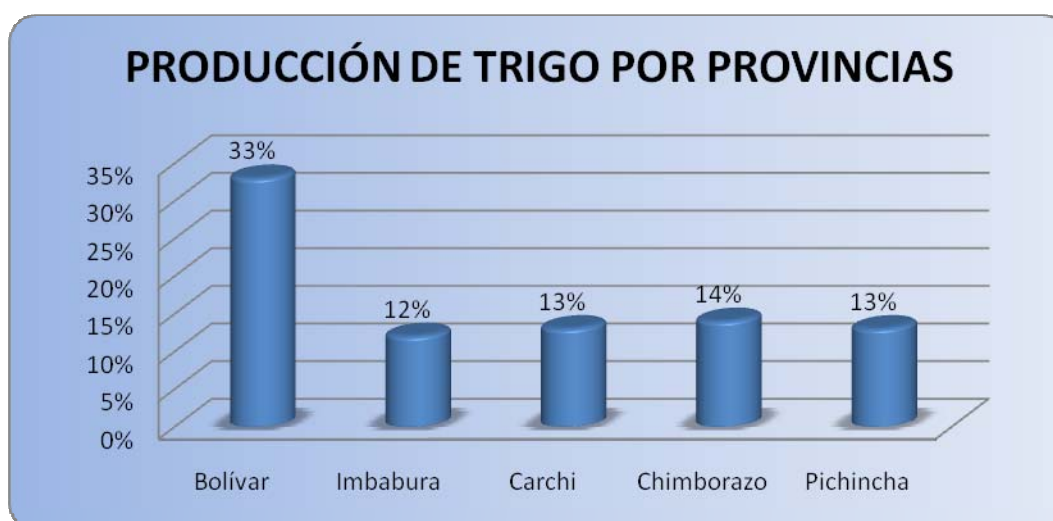
Fuente: [www.AgroPanorama.com](http://www.AgroPanorama.com). [Consulta Abril 2007]

## 2.2.4 Producción nacional y rendimiento de trigo

La superficie sembrada de trigo en el Ecuador se constituye en su mayoría por pequeños productores, donde el 42% de las unidades de producción agrícola se constituyen en menos de dos hectáreas, que no llegan a una superficie sembrada del 20%, ya que el principal porcentaje de producción se concentra entre los productores de entre 2 y 10 hectáreas con un 50% de superficie sembrada y el 50% de upas.

El 92% de los productores nacionales de trigo son pequeños, usan tecnología tradicional y hay encarecimiento de semillas de calidad. Las provincias que mayor producción registran son Bolívar (33%), Chimborazo (14%), Pichincha (13%), Carchi (13%), Imbabura (12%) y otras. [Página Web en línea] Disponible: [ecuador.www.sica.gov.ec](http://ecuador.www.sica.gov.ec)[Consulta Abril 2007]

**Gráfico 5: Producción de trigo por provincias en el Ecuador**



**Fuente:** [http: ecuador www.sica.gov.ec](http://ecuador.www.sica.gov.ec) [Consulta Enero 2009]

### **2.2.5 Consumo de trigo**

El consumo de trigo en Ecuador es de alrededor de 400.000 Tm. En promedio, de lo cual más del 96% es trigo importado especialmente de Canadá y Estados Unidos, países que subsidian y ofrecen ayudas internas a sus productores, por lo cual el producto tiene un precio más bajo que el trigo producido internamente en el Ecuador. El consumo per-cápita por año es de alrededor de 30Kg/persona/año. [Página Web en línea]. Disponible <http://ecuador.sica.gov.ec> [Consulta Mayo 2007]

### **2.2.6 Usos e importancia nutritiva del trigo**

Esta gramínea tiene una diversidad de usos, como en el empleo del gluten en la obtención de bebidas alcohólicas, la alimentación animal, y principalmente la obtención del pan debido a que es el único cereal que posee gluten que es una proteína que al mezclarse con el agua se hidrata y forma una masa o pasta pegajosa, y elástica la cual es capaz de retener el gas producido en la fermentación.

Otra fuente rica en carbohidratos es el grupo de los cereales, cuyo procesamiento industrial permite su aprovechamiento y conservación en las más variadas formas. Este es el caso del trigo cuyas harinas procesadas y muchas veces precocidas representan hoy alternativas de uso práctico en nuestros hogares. La más universal de las formas de utilización del trigo es el pan, aunque las galletas se consumen por cientos de millones cada día en los cinco continentes y el consumo de pastas está muy arraigado en el mundo occidental. [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.web.muje actual.com/hogar/pan.htm> [Consulta: Junio 2007]

Además en su alto contenido de carbohidratos, estos alimentos también ofrecen la ventaja de ser muy ricos en fibra dietética es un componente no nutricional indispensable en la alimentación debido en su importante desempeño en el funcionamiento intestinal y, a través de este, en la prevención de las enfermedades. Únicamente las harinas refinadas y los productos que reelaboran con ellas tienen poca fibra.

## 2.3 LA PANIFICACIÓN

El pan fue el alimento básico de la humanidad desde la prehistoria. Entre los egipcios, la elaboración del pan era conocida en el siglo XX a.C., y se cree que descubrieron la fermentación de forma accidental. El comercio panadero se impulsó en la edad media, cuando empezaron a producirse diversos tipos de pan se elaboraba a mano en el propio hogar o en el pequeño horno local hasta finales del siglo XIX, cuando el trabajo manual fue reemplazado por máquinas se dio lugar al desarrollo de la industria panadera, que hoy en la actualidad utilizan maquinaria como amasadoras, cintas transportadoras, hornos automáticos y máquinas para enfriar, cortar y envolver el pan. Al ir extendiéndose entre el público el concepto de la alimentación sana, han vuelto a popularizarse los panes integrales o negros.



**Gráfico 6:** <http://es.wikipedia.org/wiki/pan.alimento.htm>. [Consulta Febrero 2007]

El pan es un producto alimenticio que se obtiene cociendo al horno la masa formada al mezclar, agua y harina de ciertos cereales, sobre todo la de trigo, a la que se le agrega levadura con el fin de que se produzca la fermentación y se convierta en un alimento ligero y esponjoso este proceso se le denomina PANIFICACIÓN. [Página Web en línea] Disponible: [http:// www.kipedia.org/ wiki/pan alimento.htm](http://www.kipedia.org/wiki/pan_alimento.htm) [Consulta: Febrero 2007]

### 2.3.1 El pan

El pan es un alimento básico elaborado generalmente con cereales, usualmente en forma de harina, y un medio líquido, habitualmente agua. Desde la antigüedad se han elaborado panes de muchas maneras. Una de las grandes diferencias es la adición de levadura; la acción de la levadura transforma las características de la harina y le da volumen, textura, esponjosidad y sabor al pan.

Las harinas más habituales son: trigo, centeno, cebada, maíz, arroz, patatas y soja; es frecuente, no obstante, que se use harina de legumbres y frutos secos. El medio líquido también varía, usándose desde la antigüedad el agua, la leche o el suero de esta, bebidas alcohólicas como el vino o la cerveza, e incluso mezclas avinagradas.

La harina de trigo es rica en gluten y por ello importante para crear una textura esponjosa, se suelen mezclar harinas de trigo con otros cereales pobres en él. Incluso es habitual que se mezclen harinas de trigo de diferentes procedencias, y riqueza en gluten, para obtener harinas destinadas a panes específicos.

Es frecuente que el pan se sazone con sal y especias (que varían dependiendo de las regiones y las costumbres) y que se le añadan otros elementos como grasas, semillas, frutas, etc. El pan se elabora en multitud de formas, obedeciendo a razones tanto de utilidad (panes en moldes cuadrados para ahorrar espacio en el horno) como religiosas o culturales (panes en forma de espiral simbolizando el infinito). En cuanto a su elaboración, son también numerosas las diferentes maneras de cocinarlo: en horno, sartén, cazuela, parrilla, en cenizas, sobre el fuego. [Página Web en línea] Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/portada>. [Consulta: Marzo 2007]

Frazier W. y Westhoff D. (1993) señala que “el Pan es un producto de consumo diario que aporta con nutrientes básicos para una dieta normal, se elabora desde tiempos prehistóricos. En la fabricación del pan, se emplean los microorganismos que son útiles por dos motivos principales: 1).- Puede producir gas para fermentar, o hacer subir la masa, dando al pan la textura suelta y porosa deseada. 2).- Puede producir sustancias aromáticas beneficiosas. También pueden intervenir en el acondicionamiento de la masa.” (p 443)

### 2.3.1.1 Valor nutricional del pan

Se muestra en el siguiente cuadro el valor nutritivo de un pan de agua con respecto a un pan integral.

**Cuadro 6: Valor nutricional del pan aportado por 100g de producto.**

<b>COMPONENTES NUTRITIVOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PAN DE AGUA 100g</b>	<b>PAN INTEGRAL 100g</b>
Energía	kcal	258	228
Proteínas	g	7,8	8
Lípidos	g	1,0	1,4
Hidratos de carbono	g	58	49
Fibra	g	2,2	8,5
Calcio	mg	19	21
Hierro	mg	1,7	2,5
Yodo	mg	1,0	1
Magnesio	mg	26	91
Zinc	mg	2,0	3,5
Sodio	mg	540	540
Potasio	mg	100	220
Vitaminas B <sub>1</sub>	mg	0,12	0,25
Vitaminas B <sub>2</sub>	mg	0,05	0,09
Vitaminas B <sub>6</sub>	mg	0,04	0,14
Vitaminas E	mg	---	0,2
Niacina	mg	1,7	3,8
Ácido fólico	mg	---	22

**Fuente:** <http://www.panadería.com/informes/consumo.html> [Consulta Marzo 2007]



### **2.3.2 Fermentación**

Calaveras J. (1996) afirma que “en cualquier fermentación panaria deben producirse tres etapas fundamentales:

En cualquier fermentación panaria deben producirse tres etapas fundamentales:

1ª Etapa.- Es una fermentación muy rápida y que dura relativamente poco tiempo. Se inicia en la amasadora al poco tiempo de añadir la levadura ya que las células de *Saccharomyces cerevisiae* comienzan la metabolización de los primeros azúcares libres existentes en la harina.

2ª Etapa.- Es en esta etapa donde ya se produce la mayor cantidad de fermentación alcohólica pero donde a su vez comienza a producirse las distintas fermentaciones complementarias como son la fermentación butírica, láctica y acética. Este tiempo puede comprenderse desde el reposo de la masa hasta la fermentación de las piezas de pan, siendo estos tiempos bastante largos.

3ª Etapa.- Esta es la última y normalmente es una fermentación de corto tiempo, aunque tiene mucho que ver el tamaño de la pieza. Ya que se finaliza cuando el interior de la pieza de pan posee 55°C pues a dicha temperatura las células de la levadura mueren. (pág. 192)

#### **2.3.2.1 Procesos químicos en la fermentación**

A la hora de hablar de los procesos químicos producidos en la fermentación, debemos tener en cuenta que su fundamento es producir:

- Aumento de volumen de la pieza
- Textura fina y ligera
- Producción de aromas

Este proceso está definido como el reposo de las piezas, ya formadas en condiciones favorables y a veces controladas, de humedad y temperatura; produciéndose dicho aumento

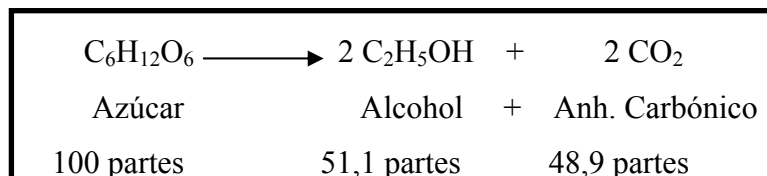
de volumen gracias a la producción y retención de gas y a las modificaciones de las características plásticas de la masa permitiendo dicha expansión.

Como ya se ha dicho anteriormente la fermentación comienza en el amasado y termina en el horno, produciéndose paralelamente la muerte de las células de la levadura y la estructuración del pan, bien definido en la gelatinización y posterior cristalización del almidón, caramelización de los azúcares restantes y desnaturalización de las proteínas. Para ello es necesario un equilibrio entre ambas reacciones, que por un lado, ayuden al aguante de la gasificación sin que el pan se debilite a la entrada del horno y por otro lado, exista una correcta fijación de la estructura del pan.

### 2.3.2.2 Fermentación alcohólica

Es la más importante en el desarrollo panario y responsable de la mayor parte de aromas del pan. Consiste en la transformación de glucosa en etanol y CO<sub>2</sub> siendo característica de las levaduras.

**Gráfico 7: Ecuación general de la fermentación alcohólica**



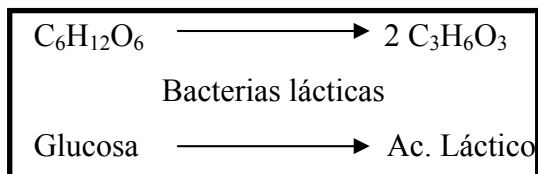
Aproximadamente el 90% de los azúcares siguen este proceso fermentativo y el 10% restante en la práctica, sufren fermentaciones diferentes originando diversos ácidos y otros compuestos.

### 2.3.2.3 Fermentación láctica

Ésta se produce a partir de la hidrólisis de la lactosa o sacarosa produciendo glucosa que es transformada sucesivamente en ácido láctico. La temperatura de fermentación juega un

papel importante en dicha fermentación ya que si fermentamos los panes a 28°C, como debiera ser normal, la producción de ácido láctico es lenta; pero a temperaturas superiores de 35°C su evolución es muy rápida, manteniendo pH excesivamente altos que producen una maduración excesiva en las masas.

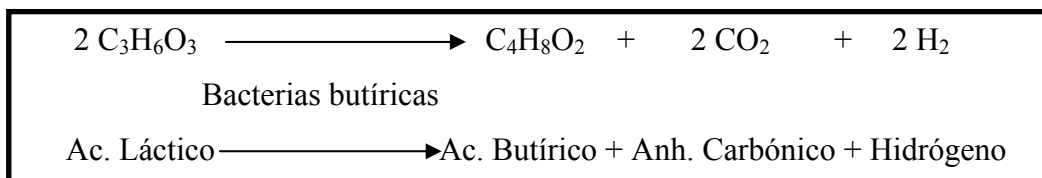
**Gráfico 8: Ecuación general de la fermentación láctica**



#### 2.3.2.4 Fermentación butírica

La fermentación se produce a continuación de la fermentación láctica, donde el ácido láctico es atacado por diferentes bacterias butíricas produciendo ácido butírico, que normalmente va acompañado de hidrógeno y anhídrido carbónico.

**Gráfico 9: Ecuación general de la fermentación butírica**

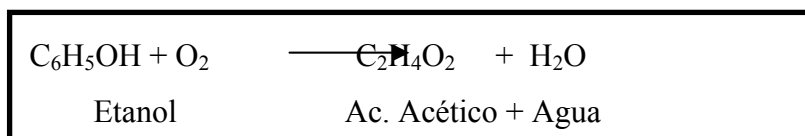


Dichas bacterias butíricas toman su máximo auge a partir de 36°C / 40°C por lo que durante una fermentación panaria normal, no suelen tener grandes alteraciones.

#### 2.3.2.5 Fermentación acética

Se desarrolla por bacterias de género *Acetobacter* o los *Mycoderma aceti*, que producen el ácido acético transformando el etanol y se caracterizan por reaccionar de manera óptima en presencia del aire.

## Gráfico 10: Ecuación general de la fermentación acética



Al igual que las anteriores en una masa panaria, es muy bajo su tanto por ciento responsable de la acidez total pero siempre existe. **Fuente:** CALAVERAS J. (1996); Tratado de Panificación y Bollería; España. (pág.: 193-199) [Consulta Septiembre 2006]

### 2.3.3 Clases de Pan

#### 2.3.3.1 Pan común

Debe presentar el sabor y olor característico del producto fresco y bien cocido. Su sabor no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez. Debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas. La miga debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable. Tomado de NORMA INEN 95 (Pan Común).

#### 2.3.3.2 Pan especial

Se obtiene añadiendo a la fórmula de pan elementos enriquecedores, como: huevos, malta, nueces, coco, miel, dulces de frutas, queso, licor, leche, grasa comestible (animal o vegetal), aditivos autorizados, otros permitidos.

Debe tener un sabor y olor característicos de un producto fresco, bien cocido sin indicios de rancidez o enmohecimiento, amargor, u otro sabor u olor extraños objetables; además debe estar exento de materias terrosas. Tomado de NORMA INEN 96 (Pan Especial).

#### 2.3.3.3 Pan precocido

Los avances tecnológicos en la panadería no parecen tener un fin a corto plazo, ya que la revolución del frío aplicado a las masas desde hace aproximadamente diez años que se

conoce la fermentación controlada, no ha parado hasta nuestros días donde ya se conocen distintas modalidades de aplicaciones como el pan precocido cuya técnica de elaboración da la solución para ofrecer al cliente pan fresco a cualquier hora del día.

Se entiende por pan precocido a la cocción en dos tiempos: en la primera fase se hornea aproximadamente un tercio del tiempo de cocción, utilizando una de las dos técnicas existentes para ello (refrigerando el pan con una conservación limitada de dos o tres días cuando está ausente de algún tratamiento especial o de conservante o, lo más utilizado, la congelación manteniéndose en este estado hasta el horneado final); en la segunda fase se completa la cocción. [Página Web en línea]

Disponible: [www.franciscotejero.com/tecnica/precoccion/guia%20practica.htm](http://www.franciscotejero.com/tecnica/precoccion/guia%20practica.htm) [Consulta: Abril 2007]

La masa se elabora como en el proceso tradicional, atendiendo algunas modificaciones que se detallarán más adelante y una vez que en la primera cocción el pan ha coagulado y ha cogido estructura, se saca del horno, se enfría y posteriormente se congela. Las características de este pan en la primera etapa son que es de color blanco y su contenido de humedad y densidad es superior. Una vez cocido durante 10 o 15 minutos en una segunda etapa, el aspecto es igual al pan tradicional.

La etapa fundamental y decisiva para la obtención con éxito en la producción del pan precocido. Nadie se pone de acuerdo sobre qué temperatura y cuánto tiempo es el óptimo de precocción, en ello influyen la temperatura real del horno, el tamaño de las piezas y la cantidad de kg de masa por hornada. Pero de cualquier manera lo ideal es precocer a una temperatura de 200 a 240°C durante 10 a 15 minutos aproximadamente, teniendo que modificar la temperatura y el tiempo cuando considerando el tipo de pan y el tamaño de la pieza.

A medida que va aumentando la temperatura hacia el interior del pan (55°C), queda paralizada la fermentación, al mismo tiempo parte del almidón se va transformando en azúcares (actividad enzimática). Cuando la actividad enzimática es muy elevada, se produce un aumento rápido de la coloración de la corteza y se prolonga el tiempo de formación de la estructura.

Cuando la precocción ha alcanzado los 10-15 minutos, la actividad enzimática y la coagulación del gluten han llegado a su fin, lo que quiere decir que la estructura del pan está fijada, pese a que todavía el producto es frágil.

A la salida del pan del horno hay una fase de resudado donde se aprecia un ligero decaimiento. El cual es mayor cuando la cantidad de masa por hornada es elevada o bien cuando el número de canales por bandeja rebasa los límites normales, esto impide que el aire pase por entre los panes no alcanzando la coagulación necesaria.

Se deja enfriar el pan para llevarlo a congelación y en el momento que se necesite, se debe descongelar para finalmente llevarlo a una segunda cocción, una vez cocido durante 20 minutos, el aspecto es igual al pan tradicional.[Página Web en línea] Disponible :[http://es.wikipedia.org/wiki/pan\\_alimento](http://es.wikipedia.org/wiki/pan_alimento). [Consulta: Abril 2007]

## **2.4 TECNOLOGÍA DEL PROCESO PARA EL PAN PRECOCIDO**

### **2.4.1 Pesaje**

Es una norma realizar el pesaje de todas las materias primas para garantizar una regularidad en las masas, los pesos de cada ingrediente son de acuerdo a los porcentajes de la formulación que se ha establecida.

### **2.4.2 Amasado**

En el pan precocido se sigue la norma de producción del pan normal obteniendo las masas de 22 a 23°C. No obstante, algunos técnicos recomiendan temperaturas más bajas, quizá en estos amasados las grandes diferencias están en que los tiempos de amasado son un poco mayor debido a la utilización de harinas más fuertes ya que el tiempo o duración del amasado está relacionado con la fuerza de la harina.

La absorción de agua es algo mayor pero, al formular con grasa puede en muchos casos quedar compensada, ya que lo único que se busca es una masa compacta y elástica para facilitar su maquinabilidad.

### **2.4.3 Reposo**

La diferencia con el pan normal está en conseguir dar más tiempo de reposo. Así pues vemos como para el pan normal hay instalaciones que permiten un reposo de 15-30min, mientras que en el pan precocido se buscan tiempos largos de reposo de 45min hasta 2h dependiendo del tipo de pan a elaborar, lo cual ayudara a compensar la textura fresca durante más tiempo en el pan ya cocido y un mayor sabor.

### **2.4.4 División, boleado y formado**

No tiene grandes diferencias con un pan de fabricación normal, salvo en ciertos tipos de panes que al tener reposos largos necesitan de forma industrial una división y formado especial para no perder toda su gasificación; en este sentido existen equipos especiales para dichos procesos.

### **2.4.5 Fermentación**

Se debe realizar el mayor tiempo posible de fermentación para conseguir que se desarrollen la fermentación láctica, butírica, acética, y la más importante la fermentación alcohólica (produciendo CO<sub>2</sub>, alcohol etílico en forma de etanol). Se necesitan todas las fermentaciones en poca cantidad, pero todas son necesarias para dar ese sabor y olor típico al pan. Por tanto, el buen precocido debe admitir fermentaciones de 45min a 2h, pero en ningún caso con mucho volumen y cortezas finas que nos provocará un descascarillado, es preferible poco volumen.

### **2.4.6 Primera cocción**

Normalmente se da mucho más tiempo en la primera cocción, pero en realidad lo que se busca es alcanzar en el interior del pan 55°C para que no se desarrolle la tercera actividad de las levaduras, ya que a esa temperatura se han inactivado por el calor. Nunca se debe dejar que el pan tome color, ya que es básicamente la cocción final la responsable de la caramelización de los azúcares, pero a su vez se debe dejar el pan precocido bien estructurado, puesto que es en esta etapa donde la pieza queda formada totalmente. La

temperatura y el tiempo van a depender del tipo de horno, su temperatura y otros factores; por lo general se aplican temperaturas de 200-240 °C por un tiempo de 10-15min.

#### 2.4.7 Enfriamiento

Una vez sacado el pan del horno hay que dejarlo enfriar hasta 35/40° C, durante este tiempo el pan tiene un resudado (pérdida de agua), comenzado su envejecimiento. Con el fin de limitar la pérdida de agua y el envejecimiento este tiempo de enfriamiento no debe sobrepasar los 30 min. Es muy importante que el enfriamiento no se realice donde existan corrientes de aire o bajas temperaturas, se evitará de esta forma el cuarteado de la corteza.

#### 2.4.8 Congelación

Se garantiza un producto con caducidad de 8 meses aproximadamente. Más tiempo puede tomar tonos pálidos y mala presencia. Su congelación se realiza a -18°C en el interior de la pieza, estando en el rango de 0 a -10°C, el tiempo va a depender del tamaño de la pieza de pan y de la secuencia de pan a congelar.

#### 2.4.9 Almacenamiento

Se lo debe hacer sin perder la cadena de frío que mantenga el corazón del pan a -18°C, su distribución debe realizarse en cajas que faciliten su transporte y orden dentro del almacén. Cuando se almacena en carros, las constantes diferencias de temperatura demuestran que afectan mucho más al producto, por tanto es recomendable evitar este sistema.

#### 2.4.10 Descongelación y cocción final

Algunos técnicos recomiendan una descongelación parcial del producto, porque se dice que su humedad aún estará dentro de la pieza, pero si no se hace una descongelación total



podemos encontrar que el pan toma color por fuera y el interior continúa estando compacto, por lo que hace que ese pan envejezca muy pronto.

Por lo tanto se presenta las dos formas; la primera dejando descongelar a temperatura ambiente durante 30 minutos y la segunda cocer directamente sin descongelar. En el primer caso el tiempo de cocción en un horno rotativo a 235° C es de 10-20 minutos; en el segundo caso el tiempo será de 30 minutos, subiendo esta temperatura cuando el tamaño y el volumen de las piezas sean mayores.

Como desventaja, nos encontramos con tres graves problemas: poco volumen; envejecimiento rápido y tendencia al descascarillado. Pues, conseguir un buen pan precocido parte de tener unas materias primas en perfectas condiciones, y excelente control de calidad de las mismas. [Página Web en línea] Disponible: <http://www.franciscotejero.com> Tomado de CALAVERAS J. Tratado de Panificación y Bollería [Consulta: Mayo 2007].

## **2.5 INGREDIENTES Y SUS FUNCIONES**

La harina, la levadura, la sal y el líquido son ingredientes básicos y necesarios para la formación de la masa, y los huevos la grasa, el azúcar aunque no son absolutamente necesarios, generalmente se incluyen.

### **2.5.1 Harina**

Con el término harina se designa al producto de la molienda del grano de trigo, generalmente el blando, sin impurezas. Es el producto más importante derivado de la molturación de los cereales, especialmente del trigo maduro. [Página Web en línea] Disponible: <http://monografias.com/trabajos6/trio/trigo.shtml>. [Consulta: Mayo 2007].

Principalmente se utiliza harina de trigo para la elaboración de un pan, ésta debe ser suave al tacto, al cogerla con la mano debe tener “cuerpo” pero sin formar un conglomerado, pues

esto nos indicaría que es una harina con bastante humedad. No debe tener mohos ni estar rancia, ya que esto indicaría que son harinas de gran proporción de salvado, que son viejas o que están mal conservadas.

Una buena harina debe ser:

- Con color blanco amarillento.
- No debe tener mohos.
- No debe tener olores anormales.
- Debe ser suave al tacto
- No debe tener acidez, amargor o dulzor.

Se debe tomar en cuenta estas indicaciones ya que la calidad de la harina es muy importante porque esta influye en la formación de la masa y el pan. Durante el proceso de amasado las células de la levadura empiezan su metabolización con el azúcar existente en la harina dándose una primera fermentación.

#### **2.5.1.1 Tipos de Harinas:**

- Harinas Duras: alto de contenido de proteínas.
- Harinas Suaves: bajo contenido de proteínas

#### **2.5.1.2 Clases de harina para pan:**

- Harina integral es aquella que contiene todas las partes del trigo.
- Harina completa solo se utiliza es endospermo.
- Harina patente es la mejor harina que se obtiene hacia el centro del endospermo.
- Harina clara es la harina que queda después de separar la patente.

### 2.5.1.3 Harina de Quinua

La harina de quinua es el producto que se obtiene de la molienda del grano de quinua, sano y exento de impurezas, desaponificado, lavado y secado debiendo después de este proceso presenta las siguientes características:

**Cuadro 7: Valor nutritivo de la Harina de Quinua en gramos por 100gr. de muestra.**

<b>COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS DE PORCIÓN COMESTIBLE</b>		
<b>COMPONENTES NUTRITIVOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Energía	341	kcal
Agua	13,7	g
Proteína	15,40	g
Grasa	2,6	g
Carbohidrato	72,1	g
Fibra	3,1	g
Ceniza	2,5	g
Calcio	181	mg
Fósforo	61	mg
Hierro	3,7	mg
Tiamina	0,19	mg
Riboflavina	0,24	mg
Niacina	0,68	mg

**Fuente:** Collazos, C. 1996. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos [Consulta: Mayo 2008]

#### 2.5.1.4 Harina de Trigo

La harina es un producto que se obtiene de la molienda y el cernido del trigo, después de separados la cáscara, el afrecho y el germen. Es de color marfil, fina y muy suave al tacto (semilla reducida a polvo).

Los principales componentes de la harina son los siguientes:

**Cuadro 8: Valor nutritivo de la Harina de Trigo.**

<b>COMPOSICIÓN DE LA HARINA DE TRIGO POR CADA 100 g</b>		
<b>COMPONENTES NUTRITIVOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Energía	364	kcal
Agua	11,92	g
Proteína	9,1	g
Grasa	0,98	g
Carbohidrato	76,31	g
Fibra	2,7	g
Calcio	15	mg
Fósforo	108	mg
Hierro	4,64	mg
Magnesio	22	mg
Sodio	2	mg
Potasio	107	mg

**Fuente:** <http://www.botanical-online.com/harina.htm>. [Consulta: Enero 2009]

### **2.5.2 Levadura**

Son empleadas como agentes esponjantes de la masa, especialmente en la elaboración del pan blanco y muchos productos de repostería. Las levaduras tienen como función primordial la metabolización de los azúcares fermentantes presentes en la masa, así como también la producción de CO<sub>2</sub> como producto de desecho, el cual es utilizado en la masa como leudante, que ayuda a incrementar el volumen de la misma. La levadura no solo ayuda al incremento de volumen en la masa, si no también que modifica las características de elasticidad, adhesividad, así como también contribuye en el aroma del pan.

### **2.5.3 Líquido**

En la actualidad se está utilizando en conjunto tanto el agua como la leche con los demás ingredientes.

Varios puntos se debe tomar en cuenta para la utilización del agua en panificación, como son: la cantidad, la calidad, la temperatura y su pureza. El agua tiene una función nutritiva para la levadura, no es posible hacer un cálculo exacto de la cantidad de agua a emplear ya que se busca una consistencia, apreciable al tacto, que facilite el trabajo con la masa. Si se añade poco agua, la masa se desarrolla mal en el horno, mientras un exceso hace que la masa resulte pegajosa y se afloje quedando el pan con una forma aplanada. Es esencial para la hidrólisis del almidón y la sacarosa.

El agua hidrata el almidón y la proteína de la harina esencial para el desarrollo del gluten a medida que la masa se manipula.

### **2.5.4 Sal**

La sal aparte de darle un buen sabor la pan, tiene otras funciones más importantes como fortalecer el gluten actúa sobre la formación de este aumentando la fuerza y la tenacidad a medida que la dosificación aumenta.

La sal también aumenta la absorción de agua. Con la presencia de la sal en la masa el gluten absorbe más agua, es decir, aumenta la fijación del agua al gluten. Al igual la sal que

frena la actividad de la levadura. El exceso de sal tiende a reducir la capacidad de la levadura, incluso puede detener la fermentación.

La falta de sal puede ocasionar: panes insípidos; fermentaciones muy rápidas con panes de excesivo volumen y corteza muy fina, pero a su vez durante la fermentación, hay una tendencia a debilitarse y son piezas que hay que trabajar con cuidado; masas pegajosas y muy blandas durante el amasado, lo que no ayuda a dar firmeza al pan; panes con corteza descolorida.

### **2.5.5 Azúcar**

El azúcar principalmente sirve como fuente de fermentación y contribuye al sabor en el caso de panes dulces. En ausencia de azúcar agregada, la producción de bióxido por las células de levadura se limita y se retarda. Los azúcares reducidos que permanecen en la masa cuando se lleva al horno, ayuda en la coloración del pan debido a la caramelización.

### **2.5.6 Huevo**

Los huevos son un ingrediente importante en la composición de algunos tipos de panes. En las masas fermentadas, el huevo da a la miga un color amarillo natural, que la vuelve más sedosa y delicada, aumenta la conservación del producto y le da un sabor característico. En las masas batidas ricas en huevo, la yema permite obtener una buena miga, permitiendo mayor emulsión al aumentar el volumen del batido, lo que repercutirá en un mayor esponjamiento.

### **2.5.7 Grasas**

Las grasas son aquellos productos de origen animal, vegetal o sus mezclas, que tienen como constituyentes principales los glicéridos de los ácidos grasos.

La grasa hace que el producto sea más suave y la cubierta se tueste mejor, aumenta el valor nutritivo así como también resalta el sabor y le da a la masa flexibilidad.

### **2.5.8 Mejoradores**

Según FLEISCHMANN (2002), “El mejorador es un producto de alto rendimiento que refuerza y acondiciona la masa. Está elaborado con insumos naturales que estimulan la actividad de la levadura especialmente para procesos directos y tipo esponja y el mejorador ayuda a dar textura a la masa y mejora la retención de gas permitiéndole una mayor tolerancia en el tiempo de desarrollo de los panes antes de ir al horno.”

De igual forma FLEISCHMANN (2002) establece las siguientes ventajas al utilizar el mejorador:

- Ayuda a tener una fermentación controlada una producción de alta calidad.
- No contiene químicos cancerígenos. Es un producto totalmente orgánico.
- Incrementa la conservación del producto final.
- Mayor volumen de los panes.
- Ayuda a producir un pan más uniforme.
- Acorta el tiempo de amasado.

Según TEJERO F. (2007). Los mejoradores completos para la bollería congelada se encuentran compuestos de los siguientes principios activos:

- Ácido ascórbico: en una cantidad de entre 10 y 15 g/100 kg de harina.
- DATA E-472e): en una dosis de 2 g/kg de harina.
- Monoglicérido destilado (E-471): en una dosis de 4 g/kg de harina.
- Un complejo enzimático compuesto por enzimas alfa-amilasas ( $\alpha$ -amilasas) fúngicas de actividad intermedia, amilogucosidasas y hemicelulasa.

## **2.6 EQUIPOS**

### **2.6.1 Amasadora**

La amasadora es un equipo utilizado específicamente en la industria de panificación, debido a la consistencia del producto a obtener, esta se diferencia de la batidora por su capacidad y potencia de operación, no es recomendable utilizar una batidora en reemplazo de la amasadora.

La utilización de la amasadora, es importante ya que se va a mejorar la calidad del producto, logrando una homogenización entre los ingredientes de la masa de pan como son: Harina, azúcar, grasa, agua, sal, etc.

Una amasadora consta de tres partes fundamentales:

- Motorización y mandos.
- Artesa de acero inoxidable donde se ubican los ingredientes.
- Brazo amasador con distintas formas de giro (brazos, espiral u horquilla).

Luego de una jornada laboral se debe dejar limpio dichas partes de la amasadora, ya que se está trabajando con productos alimenticios y se debe evitar la acumulación de residuos alimenticios con el fin de prevenir una contaminación del producto final.

### **2.6.2 Cámara de fermentación**

En este sistema de fermentación, la temperatura que se debe aplicar está entre 26-32° C, y la humedad entre 70% y 85%. La rapidez con la que algunos panaderos desean la fermentación obliga a elevar estas temperaturas y humedades.

Cuando la temperatura sobrepasa los 28° C la producción de ácido láctico y butírico es proporcional a medida que aumenta la temperatura. También, las reacciones enzimáticas que se producen en la masa son más activas a altas temperaturas; todo ello provoca que a partir de esta temperatura la masa se desarrolle más débil y el impulso del pan en el horno



sea exagerado, obteniéndose panes de sabor insípido y con baja capacidad de conservación. Sin embargo, si la fermentación se lleva a cabo a baja temperatura (26° C), la formación de ácido láctico y butírico es menor, esto conlleva a que el pan fermente lentamente pero a su vez con más cuerpo, las enzimas al ser menos activas no producen mucho volumen y el sabor del pan presenta un mejor gusto al paladar.

En cuanto a la humedad de la cámara, ésta ha de estar relacionada con la temperatura. Así, a temperaturas altas (> 28° C) la humedad ha de ser > 75% pero a 26° C, prácticamente no hace falta forzarla, debido a que la masa desprende una humedad, la misma que es suficiente para mantener el ambiente húmedo y no permitir que la masa se deshidrate.

### **2.6.3 Horno**

Es un equipo industrial destinado para terminar el proceso de elaboración del pan, el cual por acción del calor se encarga de formar la estructura interior del pan, así como también aumenta la presión de gas, produciendo un aumento de volumen del pan.

Además en la parte exterior del pan se produce el efecto de la caramelización de los azúcares restantes en la masa, dando el color característico en el pan que es dorado brillante.

La temperatura y el tiempo a emplear van a depender del tipo de horno; la cantidad, y el tipo de pan a obtener

Los procesos más característicos del pan dentro del horno son:

- Inactivación de las levaduras y muerte a 55°C.
- Caramelización de los azúcares y coloración de la corteza.
- Gelificación del almidón, finalizando en una cristalización del mismo y proporcionando la estructura final del pan.

#### **2.6.4 Congelador**

La principal función del congelador es mantener en buen estado y a largo plazo, diferentes productos alimenticios como: frutas, verduras, carnes, etc. El congelador, permite conservar los productos que no se vayan a utilizar en cierto momento para otra ocasión.

La temperatura a emplear va a depender del tipo de producto y el tiempo que se desea conservar. Las expectativas que siempre se tienen en mente versan sobre la capacidad de conservación de los alimentos y la función correcta de congelación. **Fuente:** Maquinaria Industrial Peruana Nova (2005) [Consulta: Enero 2009]

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Caracterización del área de estudio

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la **PANADERÍA EXTRAPAN** ubicada conforme se detalla en el cuadro 9.

**Cuadro 9: Localización del Experimento y ubicación geográfica.**

<b>PROVINCIA</b>	Imbabura
<b>CANTÓN</b>	Ibarra
<b>PARROQUIA</b>	San Francisco
<b>ALTITUD</b>	2250 msnm
<b>TEMPERATURA</b>	17,7°C
<b>H.R PROMEDIO</b>	72%
<b>PLUVIOSIDAD</b>	51,4 mm./año
<b>LATITUD</b>	0° 20' Norte
<b>LONGITUD</b>	78° 08' Oeste

**Fuente:** Departamento de Meteorología de la Dirección General de la Aviación Civil  
Aeropuerto Militar Atahualpa. Ciudad de Ibarra Octubre 2009

## **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.2.1 Materias Primas e Insumos**

- Harina de quinua
- Harina de Trigo
- Levadura en pasta. (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Sal
- Azúcar
- Agua
- Grasa Vegetal
- Huevos
- Mejorador
- Esencia de Vainilla

### **3.2.2 Instrumentos y Equipos**

- 3 Utensilios de corte
- 4 Recipientes de metal y plástico
- 1 Termómetro para horno
- 1 Termómetro para masa
- 2 Cronómetro
- 36 Bandejas plásticas (9" x 11")
- 1 (rollo de 50 m) Plástico sellante
- 1 Amasadora Vertical
- 2 Balanza (gramera y para kilos)
- Horno industrial giratorio con la capacidad de 24 latas (24 panes/lata).
- Mesa para moldeo
- Cortadora de masa.
- Rodillo mecánico
- Cámara de leudo con la capacidad de 24 latas
- Congelador

## **3.3 MÉTODOS**

### 3.3.1 Factores en estudio

FACTORES	NIVELES	SIMBOLOGÍA
<b>A % de Harina de Quinoa</b>	23%	A <sub>1</sub>
	20%	A <sub>2</sub>
	18%	A <sub>3</sub>
<b>B: Temperatura de Precocción</b>	180°C	B <sub>1</sub>
	170°C	B <sub>2</sub>
<b>C: Tiempo de Precocción</b>	8 minutos	C <sub>1</sub>
	10 minutos	C <sub>2</sub>

### 3.3.2 Tratamientos

**Cuadro 10: Combinaciones de factores.**

TRATAMIENTOS		FACTORES		
Nº	CODIGOS	HARINA DE QUINUA	TEMPERATURA DE PRECOCCIÓN	TIEMPO DE PRECOCCIÓN
<b>T1</b>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	23%	180°C	8 min.
<b>T2</b>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	23%	180°C	10 min.
<b>T3</b>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	23%	170°C	8 min.
<b>T4</b>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	23%	170°C	10 min.
<b>T5</b>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	20%	180°C	8 min.
<b>T6</b>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	20%	180°C	10 min.
<b>T7</b>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	20%	170°C	8 min.
<b>T8</b>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	20%	170°C	10 min.
<b>T9</b>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	18%	180°C	8 min.
<b>T10</b>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	18%	180°C	10 min.
<b>T11</b>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	18%	170°C	8 min.
<b>T12</b>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	18%	170°C	10 min.

### **3.3.3 Diseño experimental**

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial A x B x C para 12 tratamientos con tres repeticiones cada uno.

### **3.3.4 Características del experimento**

- Repeticiones 3
- Tratamientos 12
- Unidades Experimentales 36

#### **3.3.4.1 Unidad experimental**

Cada unidad experimental fue de 10 masas de pan de 60g c/u, listas para el proceso de precocción.

### **3.3.5 Análisis de estadístico**

- Se calculó el Coeficiente de Variación (CV.)
- Para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos se realizó la prueba de Tukey.
- Para diferencias estadísticas entre porcentajes de harina de quinua, temperaturas de precocción y tiempos de precocción se realizó la Diferencia Mínima Significativa (DMS).
- Para diferencias estadísticas entre interacciones se realizaron Gráficas.
- Las variables cualitativas se evaluaron mediante la prueba de Friedman al 1% y 5% para los 12 tratamientos conjuntamente con el testigo.

### 3.3.5.1 El esquema de análisis de varianza ADEVA fue el siguiente:

**Cuadro 11: Esquema del ADEVA**

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	35
Tratamientos	11
Factor A	2
Factor B	1
Factor C	1
A x B	2
A x C	2
B x C	1
A x B x C	2
Error Experimental	24

### 3.3.6 Variables evaluadas

#### 3.3.6.1 Variables Cuantitativas

- % Humedad
- % Fibra
- % Azúcares Totales
- % Proteína
- % Grasa
- Mohos y levaduras (UFC/g)
- Recuento de aerobios totales (UFC/g)
- Peso
- Volumen
- Peso específico

#### 3.3.6.2 Variables Cualitativas (análisis organolépticos)

- Color
- Aroma
- Sabor
- Miga
- Corteza

Nota: Las variables cualitativas fueron evaluadas, mediante pruebas de aceptación comparando nuestro producto con un testigo.

### 3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

#### 3.4.1 Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua

El proceso de elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), es conforme a las fórmulas establecidas que a continuación se detallan:

**Cuadro 12: Fórmulas generales para la elaboración del pan precocido.**

#### FÓRMULA N° 1

M/P – Insumos	Cantidad	Porcentaje
Harina de trigo	3500 g	77%
Harina de quinua	1045 g	23%
Agua	2500 ml	55%
Sal	3,000 g	0,5%
Azúcar	947,0g	21%
Grasa Vegetal	1514 g	33%
Levadura	273,0g	6,0%
Huevos	500,0g	10%
Mejorador	46,00g	1,0%
Ext. de vainilla	40,00g	0,9%

#### FÓRMULA N° 2

M/P – Insumos	Cantidad	Porcentaje
Harina de trigo	3636 g	80%
Harina de quinua	909 g	20%
Agua	2500 ml	55%
Sal	3,000 g	0,5%
Azúcar	947,0g	21%
Grasa Vegetal	1514 g	33%
Levadura	273,0g	6,0%
Huevos	500,0g	10%
Mejorador	46,00g	1,0%
Ext. de vainilla	40,00g	0,9%

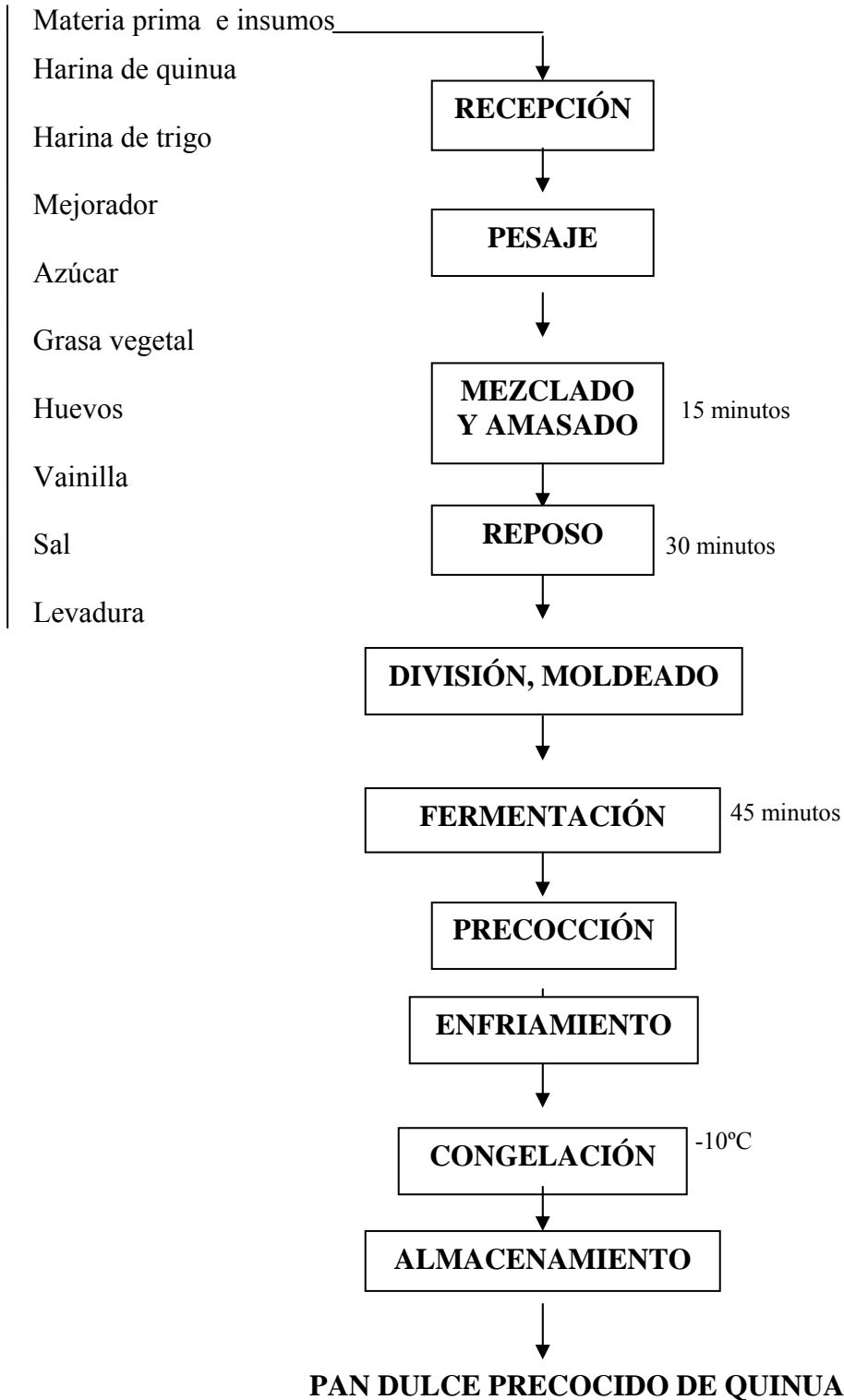


### FÓRMULA N° 3

M/P – Insumos	Cantidad	Porcentaje
Harina de trigo	3727 g	82%
Harina de quinua	818,0 g	18%
Agua	2500 ml	55%
Sal	3,000 g	0,5%
Azúcar	947,0g	21%
Grasa Vegetal	1514 g	33%
Levadura	273,0g	6,0%
Huevos	500,0g	10%
Mejorador	46,00g	1,0%
Ext. de vainilla	40,00g	0,9%

**NOTA:** Para el cálculo de los ingredientes se utilizó el porcentaje panadero tomado del manual de fórmulas de panificación de LEVAPAN (2005).

### 3.4.2 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACIÓN DE PAN DULCE ENRIQUECIDO CON HARINA DE QUINUA.



### 3.4.3 PROCESO TECNOLÓGICO

**3.4.3.1 Adquisición y recepción de la materia prima.-** Las materias primas fueron adquiridas en el lugar donde se realizó el experimento a excepción de la harina de quinua que fue adquirida en el mercado local.

**3.4.3.2 Pesaje 1.-** Cada materia prima e insumo previo a la mezcla se peso en una balanza digital, tomando en cuenta los porcentajes de las formulaciones establecidas para garantizar la homogeneidad de la masa.



**Fotografía 3: Pesaje 1. Ingredientes**

**3.4.3.3 Mezclado y amasado.-** Se realizó la premezcla en la amasadora con harina de trigo, harina de quinua y el mejorador durante 3 minutos, a esta premezcla se adicionó el resto de los ingredientes como son levadura, huevos, grasa vegetal, sal, azúcar, mejorador, vainilla y agua según la formulación establecida para proceder al amasado por 15 minutos obteniendo una masa ligera y elástica, estando la masa en estas condiciones pasa por el rodillo mecánico para lograr una mejor elasticidad y firmeza de la masa.



**Fotografía 4: Incorporación de ingredientes**



**Fotografía 5: Masa en el rodillo**

**3.4.3.4 Reposo.-** Se deja la masa en reposo durante 30 minutos con la finalidad que la levadura actúe, produciéndose la fermentación alcohólica que es la responsable de la mayor parte de aromas del pan y el crecimiento de la masa debido a la producción de etanol y CO<sub>2</sub>.



**Fotografía 6: Reposo**

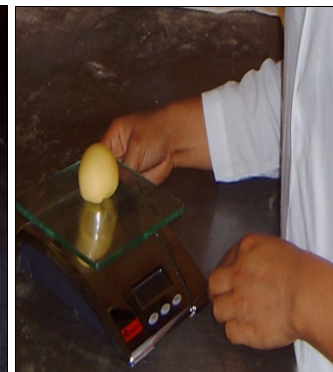
**3.4.3.5 División, boleado y pesaje 2.-** Transcurrido el tiempo de reposo se procede a pesar la masa para colocar en la maquina cortadora obteniéndose porciones de masa uniforme de 60 gramos aproximadamente, El moldeado se realizó manualmente consiguiendo así un pan de características comerciales.



**Fotografía 7: División**



**Fotografía 8: División**



**Fotografía 9: Pesaje 2**

**3.4.3.6 Fermentación.-** Las masas de 60 gr. se colocaron en latas, mismas que fueron transferidas a la cámara de leudo, en esta cámara se produjo el proceso de fermentación

por 45 minutos en donde se produce la mayor fermentación alcohólica, y fermentaciones complementarias (láctica, butírica y acética), provocando crecimiento o levante del pan, hasta que alcance el nivel óptimo de volumen.



**Fotografía 10: Cámara de fermentación**

**3.4.3.7 Precocción.-** Las latas con las masas se colocaron en el horno el mismo que se encontraba a temperatura y tiempos establecidos conforme al ítem 3.3.2, logrando que la temperatura interna de la masa en proceso de precocción adquiriera  $55^{\circ}\text{C}$ , para lo cual se utilizó un termómetro. Considerando los parámetros de la elaboración del pan precocido, es necesario evitar que el pan precocido adquiriera color dorado, ya que la cocción final es la responsable de la caramelización de los azúcares, pero a su vez tomar en cuenta que el pan precocido quede bien estructurado, puesto que es en esta etapa donde la pieza queda formada totalmente.



**Fotografía 11: Precocción**

**3.4.3.8 Enfriamiento.-** Concluida la pre-cocción de la masa se retiró del horno y seguidamente se procede al enfriamiento a temperatura ambiente por 30 minutos, a fin de evitar el descascarillado debido al impacto de la congelación.



**Fotografía 12: Enfriado**

**3.4.3.9 Empaque.-** Enfriado en pan precocido, se colocaron en bandejas, las cuales fueron cubiertas con plástico autosellante transparente, de esta manera facilitó la visibilidad del producto y además ayudó a disminuir la pérdida de humedad del mismo.



**Fotografía 13: Empaque**

**3.4.3.10 Congelación.-** El pan precocido contenido en las bandejas se introduce al congelador, cuya temperatura es de 10°C bajo cero, producto que se logrará mantener durante una vida útil de 12 meses aproximadamente, pasado este tiempo puede presentar modificaciones físicas y químicas.



**Fotografía 14: Congelación**

**3.4.3.11 Descongelación.-** Para descongelar el pan precocido se procedió en primer lugar a mantener durante una hora a temperatura de refrigeración (10°C), luego se mantuvo a 24°C

durante 30 minutos de esta manera se logra una descongelación total y uniforme del producto evitando modificaciones físicas y organolépticas.



**Fotografía 15: Descongelación**

**3.4.3.12 Cocción final.-** La cocción final se realiza a 180°C durante 15 minutos, tiempo y temperatura determinada para la cocción de pan dulce, obteniéndose un producto de excelentes características físicas como en volumen, constitución de corteza, miga y descascarillamiento mínimo.

## **3.5 ANÁLISIS PARA EL PAN PRECOCIDO Y PAN FINAL**

### **3.5.1 Peso**

Esta variable se realizó con la finalidad de determinar la diferencia de pesos de cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, en el pan precocido y final; con la ayuda de una balanza digital.

### **3.5.2 Volumen**

Se determinó con la finalidad de conocer el incremento de volumen entre los tratamientos para el pan precocido y pan final; para lo cual se empleó el método de “**Desplazamiento de Semillas**”, mismo que consistió en colocar en un recipiente cierta cantidad de semillas y el pan cuyo volumen debía determinarse, se recubrió con las semillas restantes, hasta volver al nivel que ocupó dicho alimento sólo, luego se midió el volumen de las semillas desplazadas



o no utilizadas por medio de una probeta, siendo éste el volumen del pan, para promediar el volumen del pan se utilizó todas las repeticiones de dicho tratamiento.

### **3.5.3 Peso específico**

Se determinó a partir del peso y volumen del pan para emplear la fórmula establecida, la cual consiste en dividir la densidad del pan para la densidad del agua que es uno.

$$\text{Densidad pan} = P / V \quad \text{Peso específico} = d \text{ pan} / d \text{ agua}$$

**Donde:** **P** = Peso del pan

**V** = Volumen del pan

**d pan** = Densidad del pan

**d agua** = Densidad del agua

### **3.5.4 Análisis organoléptico**

Se determinó a través de la prueba de Friedman, con la participación de un panel de degustación que calificó todos los tratamientos.



**Fotografía 16: Degustación**

Procedimiento:

- La participación de 12 degustadores y utilizando una guía técnica procedieron a evaluar las características (color, olor, aroma, sabor, corteza y miga); las mismas calificaron según sus preferencias.
- Con los resultados obtenidos a partir de la degustación se realizó los análisis estadísticos utilizando la siguiente ecuación matemática de Friedman:

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t \cdot (t + 1)} \sum R^2 - 3b(t + 1)$$

**Donde:**

$X^2$  = Chi- cuadrado

$R$  = Rangos

$b$  = Degustadores

$t$  = Tratamientos

### **3.6 ANÁLISIS A LOS MEJORES TRATAMIENTOS DEL PRODUCTO PRECOCIDO Y TERMINADO**

Luego de realizar el análisis sensorial, se efectuó la tabulación de los datos obtenidos, mediante los cuales se determinó los dos mejores tratamientos; a los cuales se realizó los siguientes análisis físico-químicos y microbiológicos. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Uso Múltiple de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA).

- Humedad
- Fibra
- Azúcares totales
- Grasa
- Proteína
- Análisis microbiológicos

Los resultados proporcionados por el Laboratorio de Uso Múltiple de la FICAYA para cada análisis se presentan en el anexo 5.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

Obtenido el pan precocido, se procedió a determinar las variables y obtener los resultados conforme a los ítems subsiguientes.

#### 4.1 DETERMINACIÓN DEL PESO EN EL PAN PRECOCIDO

Esta variable se midió una vez obtenido el pan precocido, los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 13: Promedio de pesos en el pan precocido**

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1C1	54,80	54,90	54,60	164,30	54,77
A1B1C2	54,50	54,60	54,30	163,40	54,47
A1B2C1	54,70	54,50	54,80	164,00	54,67
A1B2C2	54,90	54,80	54,50	164,20	54,73
A2B1C1	55,00	54,90	55,60	165,50	55,17
A2B1C2	54,70	55,00	55,00	164,70	54,90
A2B2C1	54,90	54,70	55,00	164,60	54,87
A2B2C2	55,10	55,00	54,90	165,00	55,00
A3B1C1	55,50	55,40	55,70	166,60	55,53
A3B1C2	55,30	55,90	55,00	166,20	55,40
A3B2C1	56,00	55,80	55,50	167,30	55,77
A3B2C2	55,50	55,30	55,20	166,00	55,33
<b>SUMA</b>	<b>660,90</b>	<b>660,80</b>	<b>660,10</b>	<b>1981,80</b>	<b>55,05</b>

**Cuadro 14: Análisis de varianza de la variable peso en el pan precocido.**

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
<b>Total</b>	35	6,350				
<b>Tratam.</b>	11	5,070	0,461	8,642**	3,10	2,22
<b>Factor A (% DE HARINA)</b>	2	4,415	2,208	41,391**	5,61	3,40
<b>Factor B (°T PRECOCCIÓN)</b>	1	0,004	0,004	0,083	7,82	4,26
<b>Factor C (t PRECOCCIÓN)</b>	1	0,218	0,218	4,083	7,82	4,26
<b>I (AxB)</b>	2	0,067	0,034	0,630	5,61	3,40
<b>I (AxC)</b>	2	0,077	0,039	0,724	5,61	3,40
<b>I (BxC)</b>	1	0,054	0,054	1,021	7,82	4,26
<b>I (AxBxC)</b>	2	0,234	0,117	2,193	5,61	3,40
<b>ERROR EXP.</b>	24	1,280	0,053			

$$CV = 0,42$$

NS = No significativo

\*\* = Altamente Significativo

\* = Significativo

CV = Coeficiente de Variación

Acorde al análisis de varianza para el peso del pan precocido, se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos y para el factor A (% de harina); y ninguna significación existente para el resto de factores, ni para las interacciones. Por lo que se realizó la prueba de Tukey para tratamientos y DMS para el factor A (% de harina), a fin de identificar el mejor tratamiento y el mejor porcentaje de harina de quinua

**Cuadro 15: Prueba de Tukey para tratamientos**

TRATAMIENTOS	MEDIAS (g)	RANGOS
T11	55,77	a
T9	55,53	a
T10	55,40	a
T12	55,33	a
T5	55,17	a
T8	55,00	b
T6	54,90	b
T7	54,87	b
T1	54,77	b
T4	54,73	b
T3	54,67	b
T2	54,47	b

Conforme a la prueba de Tukey se determinó que los tratamientos son diferentes entre sí, existiendo dos rangos (a, b), siendo el mejor para esta variable el rango (a) que está representado por los tratamientos T11, T9, T10, T12, T5, los mismos que tienen las mejores medias de peso en el pan precocido.

**Cuadro 16: Prueba de DMS para factor A (% de harinas)**

FACTORES	MEDIAS (g)	RANGOS
A3 (18%)	55,51	a
A2 (20%)	54,98	b
A1 (23%)	54,66	b

Al factor A (% de harinas) se realizó la prueba de DMS encontrando dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 18% de harina de quinua (A3) presenta un promedio más alto de peso el pan precocido; a pesar de no ser muy alta la diferencia de pesos entre los factores, nos indica que a menor porcentaje de harina de quinua se tiene un incremento de peso del pan precocido, incidido por la harina de trigo, con el fin de identificar los mejores tratamientos y factores.

**Gráfica 11: Promedio de pesos en el pan precocido.**



Al graficar las medias de los tratamientos se puede observar diferencia de pesos, teniendo como mejor tratamiento T11 (18% harina de quinua -170°C-8 minutos)

#### 4.2 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN EN EL PAN PRECOCIDO

Esta variable se midió una vez que se obtuvo el pan precocido, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 17: Promedio de volúmenes en el pan precocido**

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1C1	150	150	155	455	152
A1B1C2	160	165	165	490	163
A1B2C1	155	160	155	470	157
A1B2C2	160	150	170	480	160
A2B1C1	170	170	155	495	165
A2B1C2	175	170	175	520	173
A2B2C1	170	175	170	515	172
A2B2C2	165	170	170	505	168
A3B1C1	175	170	180	525	175
A3B1C2	175	180	195	550	183
A3B2C1	175	190	175	540	180
A3B2C2	170	175	190	535	178
<b>SUMA</b>	<b>2000</b>	<b>2025</b>	<b>2055</b>	<b>6080</b>	<b>169</b>

**Cuadro 18: Análisis de varianza de volumen del pan precocido.**

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	4256				
Tratam.	11	3172	288	6,389**	3,10	2,22
Factor A (%HARINA)	2	2718	1359	30,108**	5,61	3,40
Factor B (°T PRECOCCIÓN)	1	3	3	0,062	7,82	4,26
Factor C (t PRECOCCIÓN)	1	178	178	3,938	7,82	4,26
I (AxB)	2	1	1	0,015	5,61	3,40
I (AxC)	2	43	22	0,477	5,61	3,40
I (BxC)	1	225	225	4,985*	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	4	2	0,046	5,61	3,40
ERROR EXP.	24	1083	45			

**CV= 3,98**

Acorde con el análisis de varianza para el volumen del pan precocido, se detectó que existe alta significación estadística para los tratamientos y el factor A (% de harina); se detectó significación estadística al 5% para la interacción BxC y ninguna significación existente para los demás factores e interacciones. Por lo que se realizó la prueba de Tukey para tratamientos y DMS para el factor A (% de harina) y gráfica para la interacción BxC, a fin de identificar el mejor tratamiento y mejor % de harina

**Cuadro 19: Prueba de Tukey para tratamientos**

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cc)	RANGOS
T10	183	a
T11	180	a
T12	178	a
T9	175	a
T6	173	a
T7	172	a
T8	168	a
T5	165	a
T2	163	b
T4	160	b
T3	157	b
T1	152	b



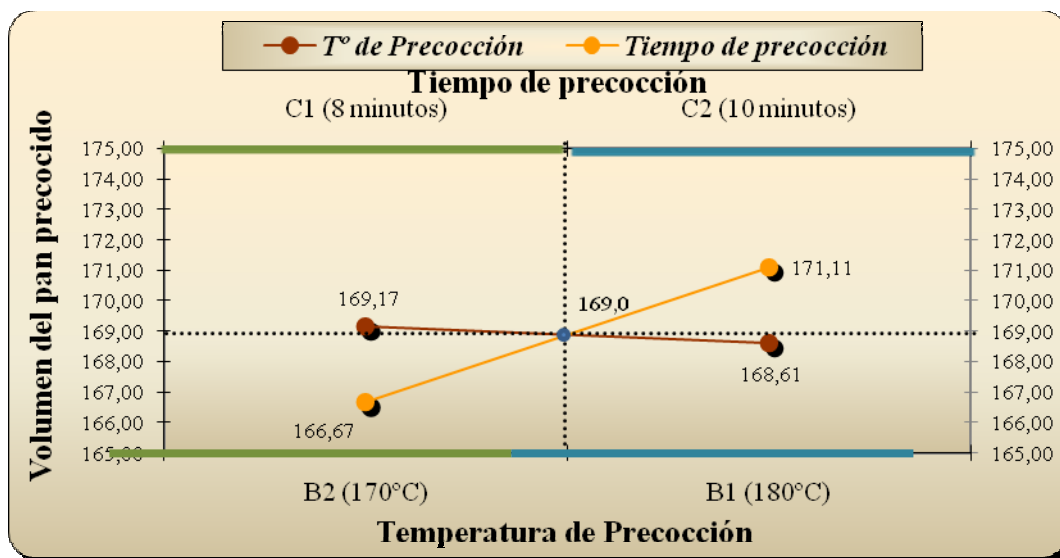
Conforme a la prueba de Tukey se determinó que los tratamientos son diferentes entre sí, existiendo dos rangos (a y b), siendo las mejores medias de volumen el rango (a) que está representado por los tratamientos T10, T11, T12, T9 T6, T7, T8, T5, los mismos que tienen las mejores medias de volumen en el pan precocido.

**Cuadro 20: Prueba de DMS para factor A (% de harina de quinua)**

FACTORES	MEDIAS (cc)	RANGOS
A3 (18%)	180	a
A2 (20%)	170	b
A1 (23%)	158	c

Al realizar la prueba DMS para el factor A (% de harina) se encontró tres rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 18% de harina de quinua (A3) presenta un promedio más alto de volumen en el pan precocido; lo cual nos indica que a menor % de harina de quinua se tiene un incremento en el volumen del pan precocido; debido a que en la mezcla existe mayor % de harina de trigo la cual es rica en gluten, que permite el incremento de volumen.

**Gráfica 12: Interacción de los factores: B (temperatura de precocción) y C (tiempo de precocción)**



En el gráfico 12 se observa el punto de interacción de los factores B (T° de precocción) y C (Tiempo de precocción) respectivamente, a la que se cose la masa de pan, consiguiendo un volumen óptimo de 169 cc a 170°C y 8 minutos de precocción.

**Gráfica 13: Promedio de volúmenes en el pan precocido**



Al graficar las medias de los tratamientos se puede observar diferencia de volúmenes, teniendo como mejor tratamiento T10 (18% harina de quinua-180°C-10 minutos); el mismo que representa a la mejor media de volumen en el pan precocido con respecto al tratamiento T1 (23% harina de quinua-180°C-8 minutos).

### 4.3 DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO EN PAN PRECOCIDO

Esta variable se midió una vez que se obtuvo el pan precocido, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 21: Promedio de pesos específicos en el pan precocido**

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1C1	0,3653	0,3660	0,3523	1,0836	0,3612
A1B1C2	0,3406	0,3309	0,3291	1,0006	0,3335
A1B2C1	0,3529	0,3406	0,3535	1,0471	0,3490
A1B2C2	0,3431	0,3653	0,3206	1,0290	0,3430
A2B1C1	0,3235	0,3229	0,3587	1,0052	0,3351
A2B1C2	0,3126	0,3235	0,3143	0,9504	0,3168
A2B2C1	0,3229	0,3126	0,3235	0,9590	0,3197
A2B2C2	0,3339	0,3235	0,3229	0,9804	0,3268
A3B1C1	0,3171	0,3259	0,3094	0,9525	0,3175
A3B1C2	0,3160	0,3106	0,2821	0,9086	0,3029
A3B2C1	0,3200	0,2937	0,3171	0,9308	0,3103
A3B2C2	0,3265	0,3160	0,2905	0,9330	0,3110
<b>SUMA</b>	<b>3,97</b>	<b>3,93</b>	<b>3,87</b>	<b>11,78</b>	<b>0,33</b>

**Cuadro 22: Análisis de varianza de peso específico para pan precocido.**

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,0144				
Tratam.	11	0,0102	0,0009	5,193**	3,10	2,22
Factor A (%HARINA)	2	0,0080	0,0040	22,577**	5,61	3,40
Factor B (°T PRECOCCIÓN)	1	0,0000	0,0000	0,072	7,82	4,26
Factor C (t PRECOCCIÓN)	1	0,0009	0,0009	4,847*	7,82	4,26
I (AxB)	2	0,0000	0,0000	0,042	5,61	3,40
I (AxC)	2	0,0002	0,0001	0,637	5,61	3,40
I (BxC)	1	0,0010	0,0010	5,472*	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	0,0000	0,0000	0,109	5,61	3,40
ERROR EXP.	24	0,0043	0,0002			

CV= 4,07

Acorde con el análisis de varianza para los pesos específicos en el pan precocido, se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos y para el factor A (% de harina de quinua); mientras que para el factor C (tiempo de precocción) y la interacción BxC, existe significación estadística al 5%; y ninguna significación existente para los demás factores e interacciones. Por lo que se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para el factor A y gráfica para la interacción BxC, con el fin de identificar el mejor tratamiento.

**Cuadro 23: Prueba de Tukey para tratamientos**

TRATAMIENTOS	MEDIAS (g/cc)	RANGOS
T1	0,3612	a
T3	0,3490	a
T4	0,3430	a
T5	0,3351	a
T2	0,3335	a
T8	0,3268	a
T7	<b>0,3197</b>	<b>b</b>
T9	<b>0,3175</b>	<b>b</b>
T6	<b>0,3168</b>	<b>b</b>
T12	<b>0,3110</b>	<b>b</b>
T11	<b>0,3103</b>	<b>b</b>
T10	<b>0,3029</b>	<b>b</b>

Conforme a la prueba de Tukey se determinó que los tratamientos son diferentes entre sí, existiendo dos rangos (a, b), siendo el mejor para esta variable el rango (b) que está representado por los tratamientos T10, T11, T12, T6, T9, T7 los mismos que tienen las mejores medias de peso específico en el pan precocido.

**Cuadro 24: Prueba de DMS para el factor A (% de harina de quinua)**

FACTORES	MEDIAS (g/cc)	RANGOS
A1 (23%)	0,3467	a
<b>A2 (20%)</b>	<b>0,3246</b>	<b>b</b>
<b>A3 (18%)</b>	<b>0,3104</b>	<b>b</b>

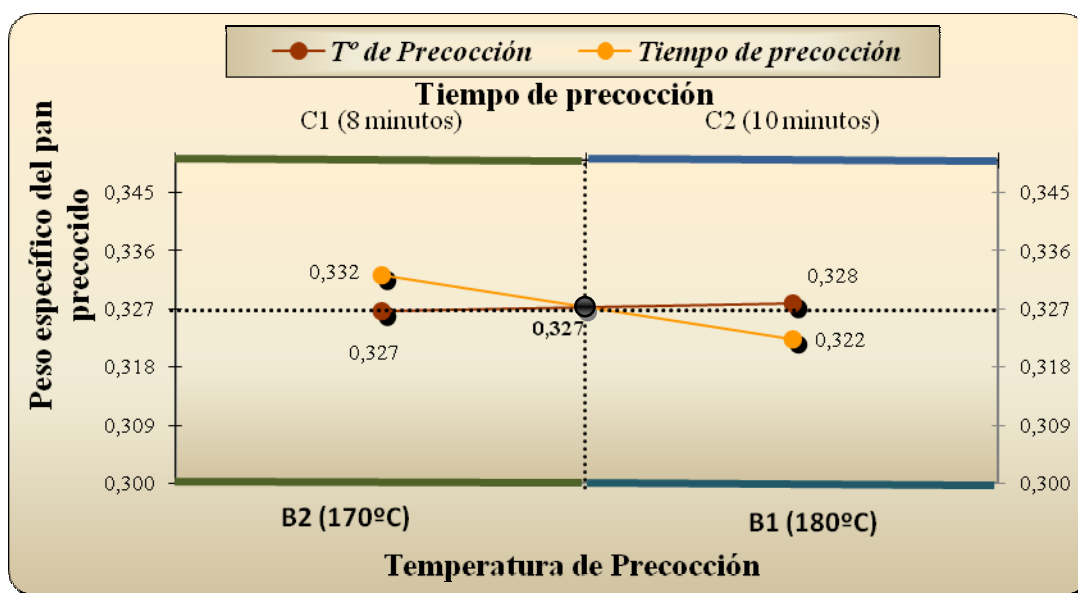
Analizando el factor A (%de harina de quinua) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 18% de harina de quinua (A3) presenta un promedio más bajo de peso específico en el pan precocido, con respecto al 23% de harina de quinua (A1).

**Cuadro 25: Prueba de DMS para el factor C (tiempo de precocción)**

FACTORES	MEDIAS (g/cc)	RANGOS
C1(8minutos)	0,3321	a
<b>C2 (10 minutos)</b>	<b>0,3223</b>	<b>b</b>

Analizando el factor C (tiempo de precocción) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tiene un comportamiento diferente. Aplicando 10 minutos (C2) presenta un promedio más bajo de peso específico en el pan precocido, con respecto a 8 minutos (C1).

**Gráfica 14: Interacción de los factores: B (temperatura de precocción) y C (Tiempo de precocción) para la variable pesos específico de pan precocido.**



En el gráfico 14 se observa que existe un punto de interacción entre factores B (T° de precocción) y C (Tiempo de precocción), de la variable peso específico del pan precocido, por lo tanto esta interacción indica que se obtiene un peso específico óptimo de 0,327g/cc aplicando 170°C y 8 minutos de precocción.

**Gráfica 15: Promedio de pesos específicos en el pan precocido**



Al graficar la medias de los tratamientos se puede observar diferencia de pesos específicos, teniendo como mejor tratamiento T10 (18% harina de quinua-180 °C- 10 minutos); el mismo que representa a la mejor media de pesos específicos en el pan precocido, con respecto al tratamiento T1 (23% harina de quinua-180°C- 8 minutos)

#### 4.4 DETERMINACIÓN DEL PESO EN EL PAN DULCE DE QUINUA

Esta variable se midió una vez que se realizó la segunda cocción al pan precocido, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 26: Promedio de pesos en el pan dulce de quinua**

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1C1	48,70	48,60	48,50	145,80	48,60
A1B1C2	48,50	48,10	48,00	144,60	48,20
A1B2C1	48,40	49,00	48,20	145,60	48,53
A1B2C2	48,70	48,20	48,80	145,70	48,57
A2B1C1	48,50	49,20	48,40	146,10	48,70
A2B1C2	48,10	48,90	49,00	146,00	48,67
A2B2C1	49,00	48,70	48,20	145,90	48,63
A2B2C2	49,00	49,00	48,30	146,30	48,77
A3B1C1	50,00	49,00	49,10	148,10	49,37
A3B1C2	50,00	51,00	50,00	151,00	50,33
A3B2C1	49,60	49,20	48,90	147,70	49,23
A3B2C2	49,00	49,10	49,50	147,60	49,20
<b>SUMA</b>	<b>587,50</b>	<b>588,00</b>	<b>584,90</b>	<b>1760,40</b>	<b>48,90</b>

**Cuadro 27: Análisis de varianza de peso en el pan dulce de quinua.**

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	14,34				
Tratam.	11	10,45	0,95	5,85 **	3,10	2,22
Factor A (% HARINA)	2	7,50	3,75	23,12 **	5,61	3,40
Factor B (°T PRECOCCIÓN)	1	0,22	0,22	1,34	7,82	4,26
Factor C (t PRECOCCIÓN)	1	0,11	0,11	0,68	7,82	4,26
I (AxB)	2	1,05	0,53	3,25	5,61	3,40
I (AxC)	2	0,65	0,33	2,01	5,61	3,40
I (BxC)	1	0,04	0,04	0,25	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	0,87	0,44	2,69	5,61	3,40
ERROR EXP.	24	3,89	0,16			

CV= 0,82

Acorde con el análisis de varianza para el peso en el pan dulce de quinua, se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos y el factor A (% de harina de quinua) y ninguna significación existente tanto para factores, como para interacciones. Por lo que se realizó la prueba de Tukey para tratamientos y DMS para el factor A (% de harina), con el fin de identificar al mejor tratamiento.

**Cuadro 28: Prueba de Tukey para tratamientos**

TRATAMIENTOS	MEDIAS (g)	RANGOS
T10	50,33	a
T9	49,37	a
T11	49,23	a
T12	49,20	a
T8	48,77	b
T5	48,70	b
T6	48,67	b
T7	48,63	b
T1	48,60	b
T4	48,57	b
T3	48,53	b
T2	48,20	b

Conforme a la prueba de Tukey se determinó que los tratamientos son diferentes entre sí, existiendo dos rangos (a, b), siendo el mejor para esta variable el rango (a) que está representado por los tratamientos T10, T9, T11, T12, los mismos que tienen las mejores medias de peso en el pan dulce de quinua.

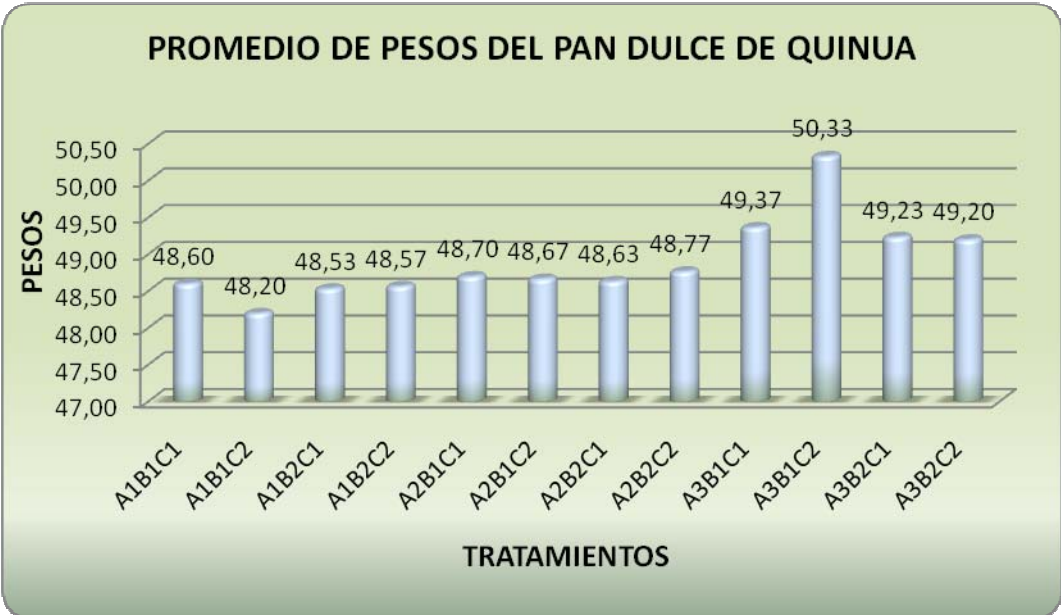
**Cuadro 29: Prueba de DMS para factor A (% de harina de quinua)**

FACTORES	MEDIAS (g)	RANGOS
A3 (18%)	49,53	a
A2 (20%)	48,69	b
A1 (23%)	48,48	b



Analizando el factor A (%de harina de quinua) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 18% de harina de quinua (A3) presenta un promedio más alto de peso entre los factores, nos indica que a menor porcentaje de harina de quinua se tiene un incremento de peso en el pan dulce de quinua.

**Gráfica 16: Promedio de pesos del pan dulce de quinua**



Al graficar las medias de los tratamientos se puede observar diferencia de pesos, teniendo como mejor tratamiento T10 (18% harina de quinua-180°C-10 minutos); el mismo que representa a la mejor media de peso en el pan final, con respecto al tratamiento T2 (23% harina de quinua-180°C-10minutos).

#### 4.5 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN EN PAN DULCE DE QUINUA

Esta variable se midió una vez que se obtuvo el producto final, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 30: Promedio de volúmenes en el pan dulce de quinua**

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1C1	155	153	158	466	155
A1B1C2	163	169	168	500	167
A1B2C1	158	162	158	478	159
A1B2C2	164	154	173	491	164
A2B1C1	174	172	157	503	168
A2B1C2	177	173	177	527	176
A2B2C1	172	178	173	523	174
A2B2C2	169	174	172	515	172
A3B1C1	178	173	183	534	178
A3B1C2	177	185	198	560	187
A3B2C1	178	193	178	549	183
A3B2C2	174	177	194	545	182
<b>SUMA</b>	<b>2039</b>	<b>2063</b>	<b>2089</b>	<b>6191</b>	<b>172</b>

**Cuadro 31: Análisis de varianza de volumen para pan dulce de quinua.**

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	4217				
Tratam.	11	3118	283	6,193**	3,10	2,22
Factor A (%HARINA)	2	2669	1335	29,156**	5,61	3,40
Factor B (°T PRECOCCIÓN)	1	3,361	3,361	0,073	7,82	4,26
Factor C (t PRECOCCIÓN)	1	201	201	4,384*	7,82	4,26
I (AxB)	2	2,72	1,36	0,030	5,61	3,40
I (AxC)	2	45	23	0,492	5,61	3,40
I (BxC)	1	191	191	4,180	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	6	3	0,063	5,61	3,40
ERROR EXP.	24	1099	46			

$$CV= 3,93$$

Acorde con el análisis de varianza para el volumen en el pan dulce de quinua, se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos y el factor A (% de harina de quinua); mientras que existe significación estadística al 5% para el factor C (tiempo de precocción); y ninguna significación existente para los demás factores e interacciones. Por lo que se realizó la prueba de Tukey para tratamientos y DMS para el factor A (% de harina) y factor C (tiempos de precocción), a fin de identificar al mejor tratamiento.

**Cuadro 32: Prueba de Tukey para tratamientos**

TRATAMIENTOS	MEDIAS (cc)	RANGOS
T10	187	a
T11	183	a
T12	182	a
T9	178	a
T6	176	a
T7	174	a
T8	172	a
T5	168	a
T2	167	b
T4	164	b
T3	159	b
T1	155	b

Conforme a la prueba de Tukey se determinó que los tratamientos son diferentes entre sí, existiendo dos rangos (a, b), siendo el mejor para esta variable el rango (a) que está representado por los tratamientos T10, T11, T12, T9, T6, T7, T8, T5, los mismos que tienen las mejores medias de volumen en el pan dulce de quinua; teniendo así que los mejores volúmenes se obtienen en los tratamientos con menor % de harina de quinua debido a que en la mezcla existe mayor cantidad de harina de trigo rica en gluten que es el causante del incremento del volumen en el pan final.

**Cuadro 33: Prueba de DMS para el factor A (% harina de quinua)**

<b>FACTORES</b>	<b>MEDIAS (cc)</b>	<b>RANGOS</b>
A3(18%)	182	a
A2(20%)	172	b
A1(23%)	161	c

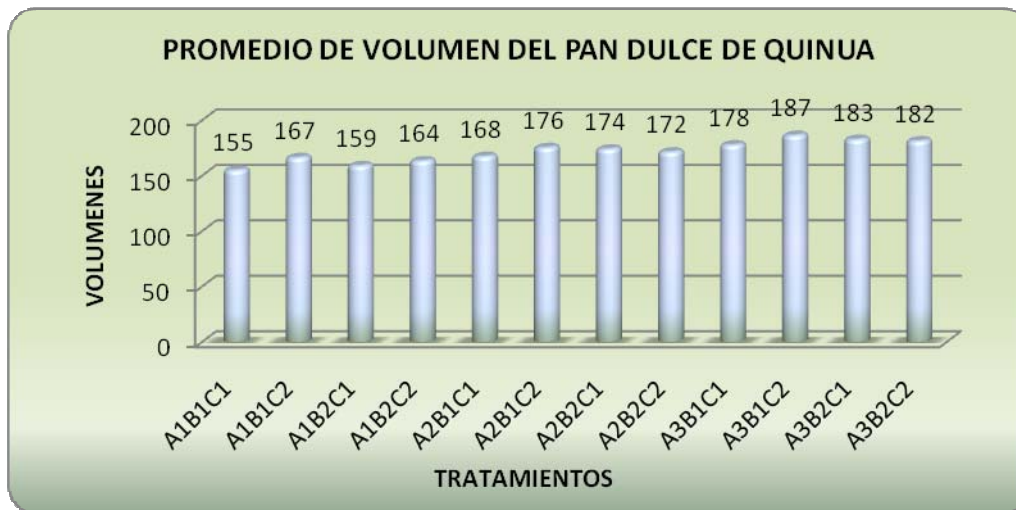
Analizando el factor A (% de harina de quinua) se realizó la prueba de DMS encontrándose tres rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 18% de harina de quinua (A3) presenta un promedio más alto de volumen en el pan final, lo cual indica que a menor porcentaje de harina de quinua se tiene un incremento de volumen en el pan dulce de quinua, ya que la formulación contiene harina de trigo cuya cualidad es su gran contenido en gluten que es el que permitió tener un buen volumen en el pan.

**Cuadro 34: Prueba de DMS para el factor C (tiempo de precocción)**

<b>FACTORES</b>	<b>MEDIAS (cc)</b>	<b>RANGOS</b>
C2(10 minutos)	174	a
C1 (8minutos)	170	b

Analizando el factor C (tiempo de precocción) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con 10 minutos en la precocción y 15 minutos en la segunda cocción presenta un promedio más alto de volumen en el pan final, con respecto a 8 minutos; lo cual indica que a mayor tiempo de precocción se tiene un incremento en el volumen del pan final.

**Gráfica 17 : Promedio de volúmenes en el pan dulce de quinua**



Al graficar las medias de los tratamientos se puede observar diferencia de volúmenes, teniendo como mejor tratamiento T10 (18% harina de quinua-180°C- 10minutos); el mismo que representa a la mejor media de volumen en el pan dulce de quinua, con respecto al tratamiento T1 (23% harina de quinua -180°C - 8 minutos).

#### 4.6 DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO EN EL PAN DULCE DE QUINUA

Esta variable se midió una vez que se obtuvo el producto final, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 35: Promedio de pesos específicos en el pan dulce de quinua**

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1C1	0,3142	0,3176	0,3070	0,9388	0,3129
A1B1C2	0,2975	0,2846	0,2857	0,8679	0,2893
A1B2C1	0,3063	0,3025	0,3051	0,9139	0,3046
A1B2C2	0,2970	0,3130	0,2821	0,8920	0,2973
A2B1C1	0,2787	0,2860	0,3083	0,8731	0,2910
A2B1C2	0,2718	0,2827	0,2768	0,8312	0,2771
A2B2C1	0,2849	0,2736	0,2786	0,8371	0,2790
A2B2C2	0,2899	0,2816	0,2808	0,8524	0,2841
A3B1C1	0,2809	0,2832	0,2683	0,8324	0,2775
A3B1C2	0,2825	0,2757	0,2525	0,8107	0,2702
A3B2C1	0,2787	0,2549	0,2747	0,8083	0,2694
A3B2C2	0,2816	0,2774	0,2552	0,8142	0,2714
<b>SUMA</b>	<b>3,4640</b>	<b>3,4329</b>	<b>3,3751</b>	<b>10,2719</b>	<b>0,2853</b>

**Cuadro 36: Análisis de varianza de pesos específico para pan dulce de quinua.**

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	0,0092				
Tratam.	11	0,0065	0,0006	5,3739**	3,10	2,22
Factor A (%HARINA)	2	0,0051	0,0026	23,2665**	5,61	3,40
Factor B (°T PRECOCCIÓN)	1	0,00004	0,00004	0,3324	7,82	4,26
Factor C (t PRECOCCIÓN)	1	0,0005	0,0005	4,6052*	7,82	4,26
I (AxB)	2	0,0000	0,00001	0,0789	5,61	3,40
I (AxC)	2	0,0003	0,0001	1,3115	5,61	3,40
I (BxC)	1	0,0005	0,0005	4,5105*	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	0,0000	0,0000	0,1754	5,61	3,40
ERROR EXP.	24	0,0026	0,0001			

CV= 3,68

Acorde con el análisis de varianza para los pesos específicos en el pan dulce de quinua, se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos y para el factor A (% de harina de quinua); mientras que para el factor C (tiempo de precocción) y la interacción BxC, existe significación estadística al 5%; y ninguna significación existente para los demás factores e interacciones. Por lo que se realizó la prueba de Tukey para tratamientos y DMS para el factor A (% de harina), factor C (tiempos de precocción) y gráfica para la interacción BxC, a fin de determinar el mejor tratamiento.

**Cuadro 37: Prueba de Tukey para tratamientos**

TRATAMIENTOS	MEDIAS (g/cc)	RANGOS
T1	0,3129	a
T3	0,3046	a
T4	0,2973	a
T5	0,2910	a
T2	0,2893	a
T8	0,2841	a
T7	<b>0,2790</b>	<b>b</b>
T9	<b>0,2775</b>	<b>b</b>
T6	<b>0,2771</b>	<b>b</b>
T12	<b>0,2714</b>	<b>b</b>
T10	<b>0,2702</b>	<b>b</b>
T11	<b>0,2694</b>	<b>b</b>

Conforme a la prueba de Tukey se determinó que los tratamientos son diferentes entre sí, existiendo dos rangos (a, b), siendo el mejor para esta variable el rango (b) que está representado por los tratamientos T10, T12, T6, T9, T7, los mismos que tienen las mejores medias de peso específico en el pan dulce de quinua.

**Cuadro 38: Prueba de DMS para el factor A (% harina de quinua)**

FACTORES	MEDIAS (g/cc)	RANGOS
A1(23%)	0,3010	a
<b>A2(20%)</b>	<b>0,2828</b>	<b>b</b>
<b>A3(18%)</b>	<b>0,2721</b>	<b>b</b>

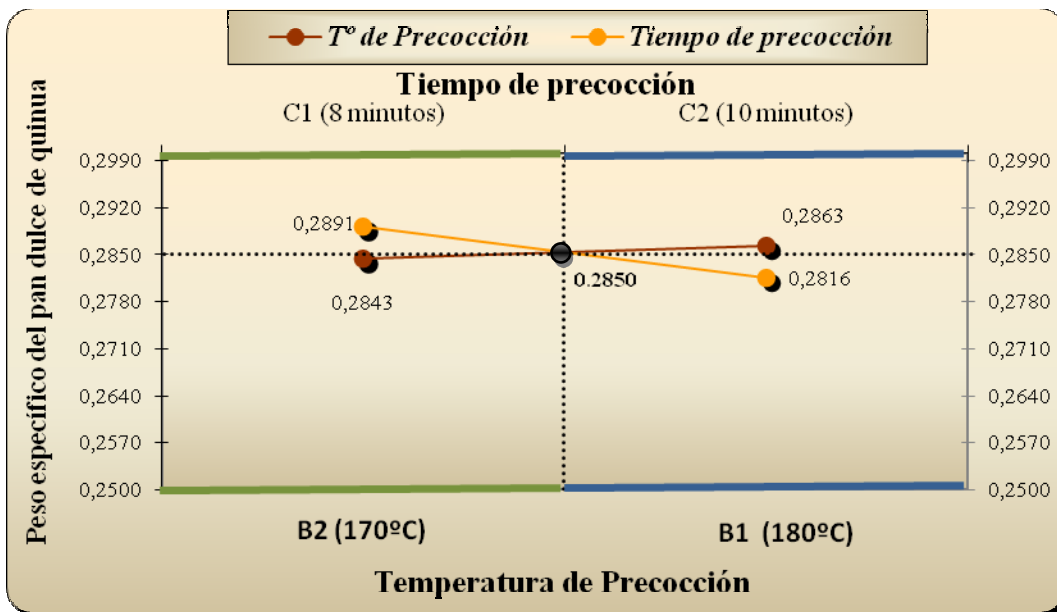
Analizando el factor A (% de harina de quinua) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 18% de harina de quinua (A3) presenta un promedio más bajo de peso específico en el pan final, con respecto al 23% de harina de quinua (A1).

**Cuadro 39: Prueba de DMS para el factor C (tiempo de precocción)**

FACTORES	MEDIAS (g/cc)	RANGOS
C1(8minutos)	0,2891	a
C2(10minutos)	0,2816	b

Analizando el factor C (tiempo de precocción) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Al aplicar 10 minutos en la precocción y 15 minutos en la segunda cocción presenta un promedio más bajo de peso específico en el pan final, con respecto a 8 minutos; lo cual indica que a mayor tiempo se tiene una disminución del peso específico en el pan final.

**Gráfica 18: Interacción de los factores: B (temperatura de precocción) y C (tiempo de precocción) para la variable peso específico del pan dulce de quinua.**



En el gráfico 18 se observa que existe un punto de interacción entre factores B (T° de precocción) y C (Tiempo de precocción), de la variable peso específico del pan dulce de



quinua, por lo tanto esta interacción indica que se obtiene un peso específico óptimo de 0,285g/cc aplicando 170°C y 8 minutos de precocción. Lo que indica que la temperatura de precocción y el tiempo de precocción influyen en el peso específico.

**Gráfica 19: Promedio de pesos específicos en el pan dulce de quinua**



Al graficar la medias de los tratamientos se puede observar diferencia de pesos específicos, teniendo como mejor tratamiento T11 (18% harina de quinua-170 °C- 8 minutos); el mismo que representa a la mejor media de pesos específicos en el pan final, con respecto al tratamiento T1 (23% harina de quinua-180°C- 8 minutos).

## 4.7 ANALISIS ORGANOLÉPTICOS

### 4.7.1 Apreciación de la variable color

**Cuadro 40: Rangos obtenidos a partir de doce tratamientos más un testigo**

Panelistas	Muestras												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T
P1	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	5
P2	5	3	3	3	4	3	3	4	4	5	4	5	3
P3	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4
P4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	5
P5	4	4	3	4	3	3	1	5	4	5	2	4	5
P6	4	4	5	4	4	4	5	3	5	4	4	2	4
P7	4	2	4	4	4	2	4	2	3	5	4	4	4
P8	4	4	3	3	4	4	5	4	4	4	5	5	5
P9	4	5	5	4	5	5	5	5	5	2	4	4	4
P10	5	4	3	5	3	4	3	4	5	5	5	5	2
P11	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4
P12	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	3

Con los resultados obtenidos a partir de la degustación se realizó los análisis estadísticos utilizando la siguiente ecuación matemática de Friedman:

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t \cdot (t + 1)} \sum R^2 - 3b(t + 1)$$

Donde:

$X^2$  = Chi- cuadrado

**R** = Rangos

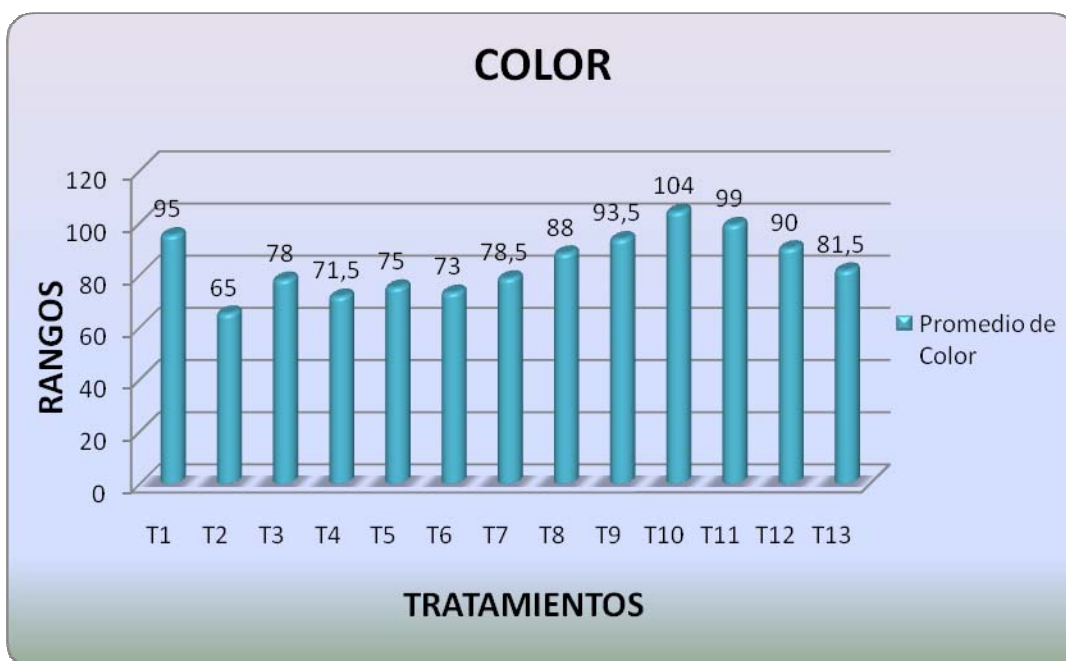
**b** = Degustadores

**t** = Tratamientos

VALOR TABULAR	VALOR CALCULADO
0.05	19,7
0.01	24,7
	9,23 <sup>NS</sup>

Establecidos los rangos a partir del puntaje otorgado por doce panelistas para doce tratamientos más un testigo, se observó que no existe diferencias significativas lo que indica que estadísticamente las doce muestras junto con el testigo son iguales, es decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

**Gráfica 20: Promedio de la variable color**



Al graficar las medias de los tratamientos se pudo observar que el T10 (18% de harina de quinua-180°C-10 minutos), tuvo mayor aceptabilidad con un puntaje de 104 lo que significa que tiene un color ligeramente dorado. Mientras que el T2 (23% harina de quinua-180°C-10 minutos) fue el que menos aceptabilidad tuvo por parte de los panelistas.

#### 4.7.2 Apreciación de la variable aroma

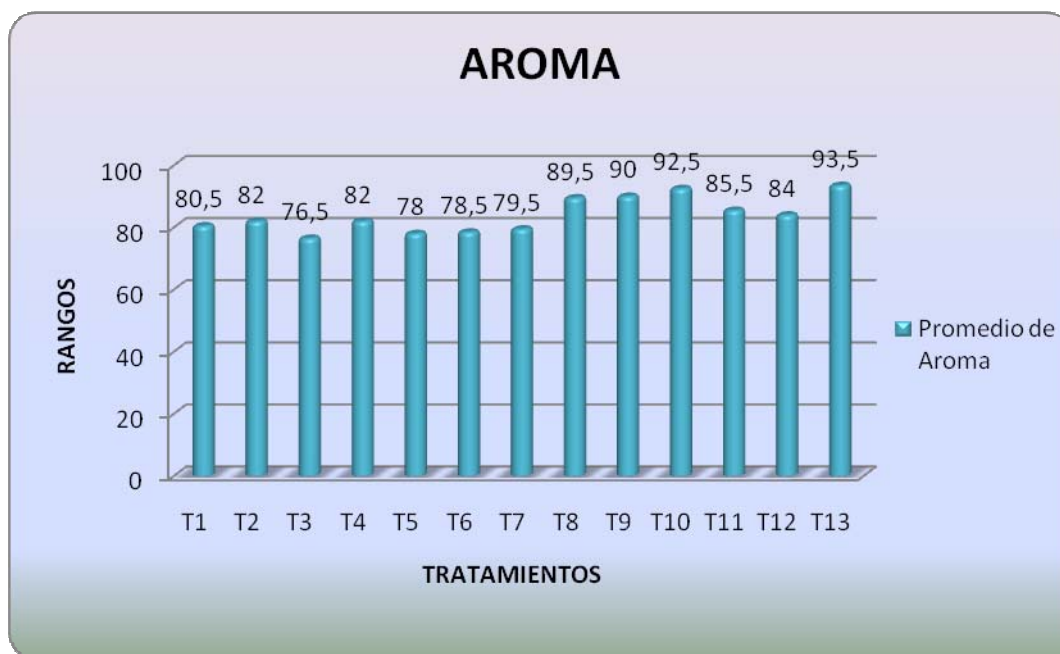
**Cuadro 41: Rangos obtenidos a partir de doce tratamientos más un testigo**

Panelistas	Muestras												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T
P1	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4
P2	5	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5
P3	4	3	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4
P4	4	3	4	3	5	4	5	5	3	4	3	4	3
P5	4	5	4	4	4	4	4	5	2	4	5	4	4
P6	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5
P7	2	3	3	5	4	5	4	4	2	4	3	3	4
P8	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4
P9	3	4	2	5	3	2	2	3	4	3	2	2	3
P10	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
P11	4	5	3	4	3	3	3	3	5	3	3	5	5
P12	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4

VALOR TABULAR	VALOR CALCULADO
0.05	19,7
0.01	24,7
2,16 <sup>NS</sup>	

Establecidos los rangos a partir del puntaje otorgado por doce panelistas para doce tratamientos más un testigo, se observó que no existe diferencias significativas lo que indica que estadísticamente las doce muestras junto con el testigo son iguales, es decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

**Gráfica 21: Promedio de la variable aroma**



Al graficar las medias de los tratamientos se pudo observar que el T13, tuvo mayor aceptabilidad con un rango de 93,5 seguido del T10 (18% de harina de quinua-180°C-10minutos) con un puntaje de 92,5 lo que significa que tiene un olor característico de un producto fresco. Mientras que el T5 (20%harina de quinua-180°C-8 minutos) fue el que menos aceptabilidad tuvo por parte de los panelistas.

### 4.7.3 Apreciación de la variable sabor

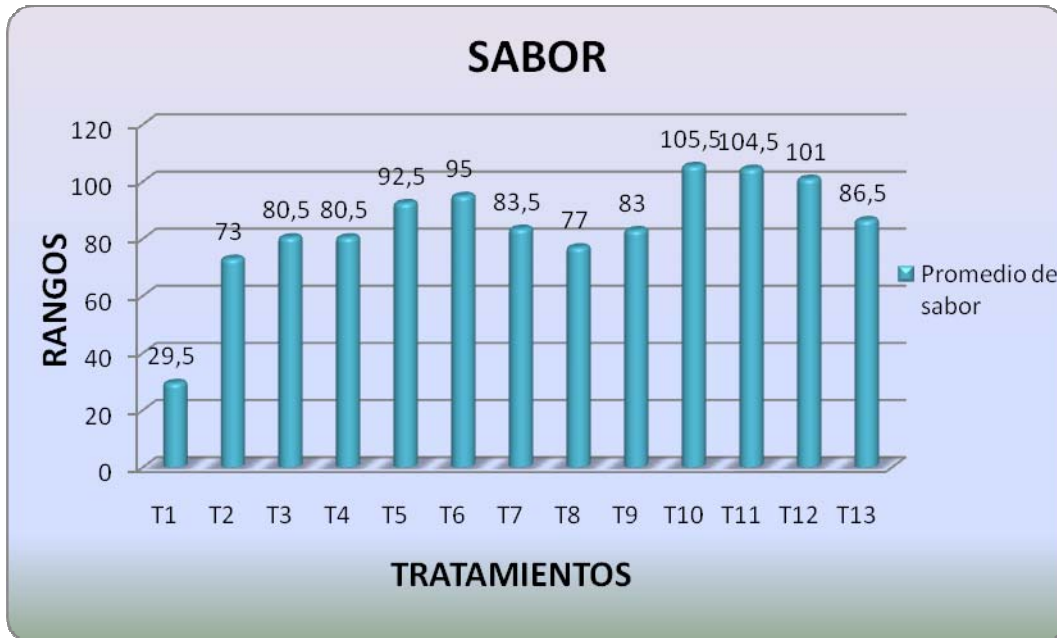
**Cuadro 42: Rangos obtenidos a partir de doce tratamientos más un testigo**

Panelistas	Muestras												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T
P1	2	3	4	3	5	4	4	4	5	5	4	5	5
P2	2	5	3	4	5	4	3	5	4	5	4	3	3
P3	3	3	5	4	3	4	3	3	3	3	5	4	5
P4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P5	4	3	4	3	3	4	5	4	4	5	5	5	4
P6	3	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4
P7	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4
P8	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
P9	2	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4
P10	2	5	3	5	3	5	3	4	5	4	4	5	5
P11	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4
P12	3	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5

VALOR TABULAR		VALOR CALCULADO
0.05	19,7	24.87**
0.01	24,7	

Establecidos los rangos a partir del puntaje otorgado por doce panelistas para doce tratamientos más un testigo, se observó que existe alta significación estadística al lo que indica que estadísticamente las doce muestras junto con el testigo son diferentes, es decir que los tratamientos tuvieron una aceptabilidad variada por cada panelista; siendo así que el T10, T11 y T12 los cuales obtuvieron la mejor aceptación, tomando en cuenta que dichos tratamientos se elaboraron a partir de la fórmula N° 3 que se muestra en el cuadro 12 (Fórmulas generales para la elaboración del pan precocido), donde se emplea el 18% de harina de quinua.

**Gráfica 22: Promedio de la variable sabor**



Al graficar las medias de los tratamientos se pudo observar que el T10 (18% de harina de quinua-180°C- 10minutos) con un puntaje de 105,5 tuvo una mayor aceptabilidad lo que significa que tiene un sabor característico de un producto fresco, tomando en cuenta que su formulación es con el 18% de harina de quinua. Mientras que el T1 (23%harina de quinua-180°C-8 minutos) fue el que menos aceptabilidad tuvo por parte de los panelistas, notando que la formulación para este tratamiento fue empleando el 23% de harina de quinua, que es el ingrediente que influyó en la variable sabor del pan dulce con respecto a un pan testigo elaborado únicamente con harina de trigo.

#### 4.7.4 Apreciación de la variable corteza

**Cuadro 43: Rangos obtenidos a partir de doce tratamientos más un testigo**

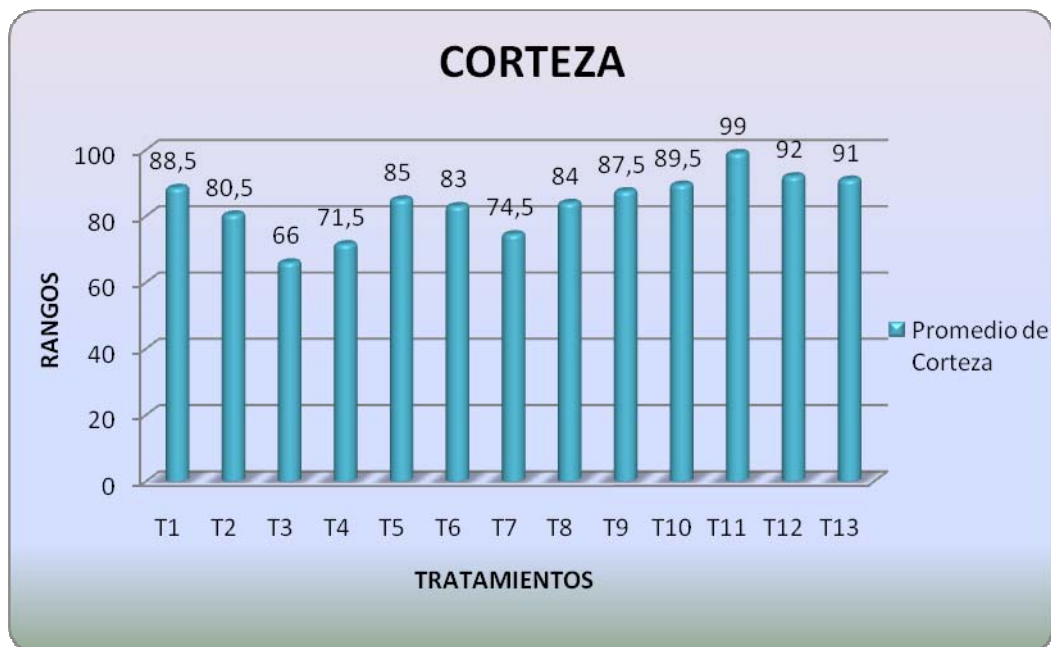
Panelistas	Muestras												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T
P1	5	4	5	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4
P2	4	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	5	3
P3	4	3	3	2	4	5	4	3	3	4	4	3	5
P4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5
P5	3	4	2	4	3	5	1	5	3	3	4	4	5
P6	4	5	5	4	4	2	4	2	3	4	5	3	5
P7	3	2	2	4	4	2	2	2	4	2	4	2	2
P8	4	4	3	3	4	3	4	4	5	4	3	4	4
P9	4	4	3	3	3	4	4	5	4	4	4	4	1
P10	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4
P11	5	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4	3
P12	3	4	4	3	5	5	5	5	5	5	4	5	5

VALOR TABULAR	VALOR CALCULADO
0.05	19,7
0.01	24,7
5,37 <sup>NS</sup>	

Establecidos los rangos a partir del puntaje otorgado por doce panelistas para doce tratamientos más un testigo, se observó que no existe diferencias significativas lo que indica que estadísticamente las doce muestras junto con el testigo son iguales, es decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.



**Gráfica 23: Promedio de la variable Corteza**



Al graficar las medias de los tratamientos se pudo observar que el T11 (18% de harina de quinua-170°C- 8 minutos), tuvo mayor aceptabilidad con un puntaje de 99 lo que significa que tiene una corteza uniforme sin quemaduras ni hollín. Mientras que el T3 (23%harina de quinua-170°C-8 minutos) fue el que menos aceptabilidad tuvo por parte de los panelistas.

#### 4.7.5 Apreciación de la variable miga

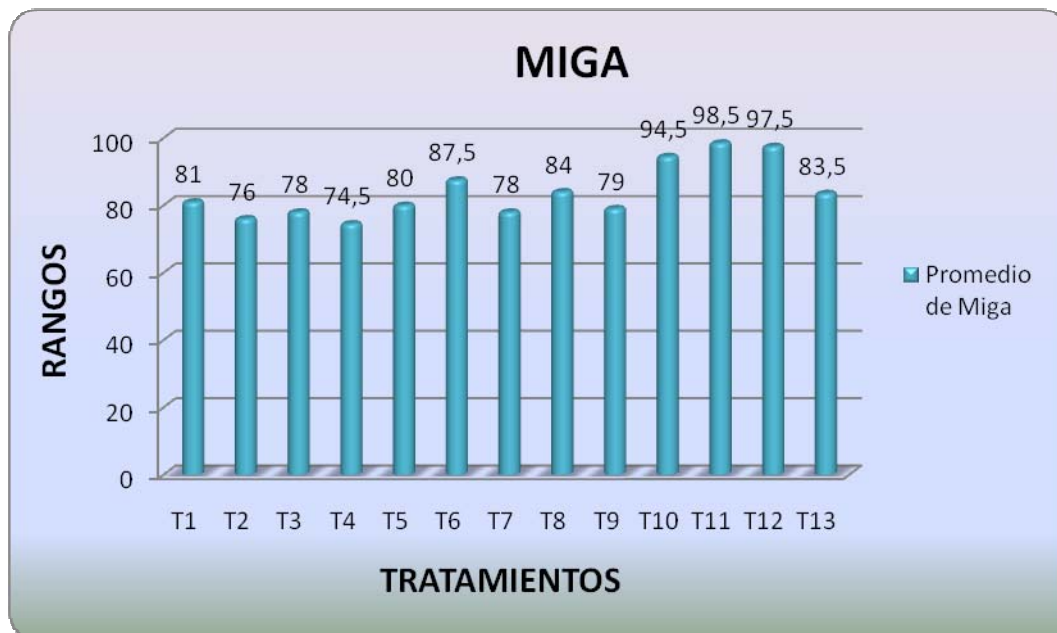
**Cuadro 44: Rangos obtenidos a partir de doce tratamientos más un testigo**

Panelistas	Muestras												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T
P1	2	2	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	5
P2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4
P3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5
P4	5	3	4	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5
P5	2	5	5	4	4	5	2	5	2	4	5	5	2
P6	3	4	5	3	3	2	5	2	4	4	4	5	2
P7	3	2	4	4	4	4	3	2	3	2	4	4	4
P8	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	5	3	2
P9	4	4	3	3	5	5	5	3	3	4	5	5	2
P10	4	5	4	5	4	4	3	3	4	4	3	3	3
P11	5	4	3	4	4	3	3	4	3	5	4	4	4
P12	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5

VALOR TABULAR	VALOR CALCULADO
0.05	19,7
0.01	24,7
	4,35 <sup>NS</sup>

Establecidos los rangos a partir del puntaje otorgado por doce panelistas para doce tratamientos más un testigo, se observó que no existe diferencias significativas lo que indica que estadísticamente las doce muestras junto con el testigo son iguales, es decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

**Gráfica 24: Promedio de la variable Miga**



Al graficar las medias de los tratamientos se pudo observar que el T11 (18% de harina de quinua-170°C- 8 minutos), tuvo mayor aceptabilidad con un puntaje de 98,5 lo que significa que la miga es porosa con orificios de diámetro pequeño, uniforme y pegajosa. Mientras que el T4 (23%harina de quinua-170°C-10minutos) fue el que menos aceptabilidad tuvo por parte de los panelistas.

#### 4.8 DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO PARA LOS DOS MEJORES TRATAMIENTOS

**Cuadro 45: Análisis físico-químico y microbiológicos para el pan precocido (T10 y T11)**

Parámetros Analizados	NORMAS	Unidad	Muestra	
			T10	T11
<b>Azúcares Totales</b>	NTE INEN 266	%	29,72	29,11
<b>Contenido de Humedad</b>	NTE INEN 382	%	21,89	25,05
<b>Proteína</b>	AOAC 960.52	%	9,52	9,48
<b>Fibra Total</b>	NTE INEN 522	%	0,92	0,73
<b>Extracto Etéreo</b>	NTE INEN 778	%	7,65	9,08
<b>Recuento Estándar en Placa</b>	AOAC 990.12	UFC/g	20	30
<b>Recuento de Mohos</b>	AOAC 997.12	UPM/g	10	0
<b>Recuento de Levaduras</b>		UPL/g	10	0

**Fuente:** Laboratorio de uso múltiple – FICAYA

Los análisis realizados se encuentran dentro de los rangos establecidos por las Normas INEN. Los resultados se muestran en el ANEXO 5

**Cuadro 46: Análisis físico-químico y microbiológicos para el pan final (T10 y T11)**

<b>Parámetros Analizados</b>	<b>NORMAS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Muestra</b>	
			<b>T10</b>	<b>T11</b>
<b>Azúcares Totales</b>	NTE INEN 266	%	32,80	34,14
<b>Contenido Acuoso</b>	NTE INEN 382	%	18,31	22,22
<b>Proteína</b>	AOAC 960.52	%	12,43	13,01
<b>Fibra Total</b>	NTE INEN 522	%	1,35	1,22
<b>Extracto Etéreo</b>	NTE INEN 778	%	9,41	14,34
<b>Recuento Estándar en Placa</b>	AOAC 990.12	UFC/g	0	0
<b>Recuento de Mohos</b>	AOAC 997.12	UPM/g	10	0
<b>Recuento de Levaduras</b>		UPL/g	10	0

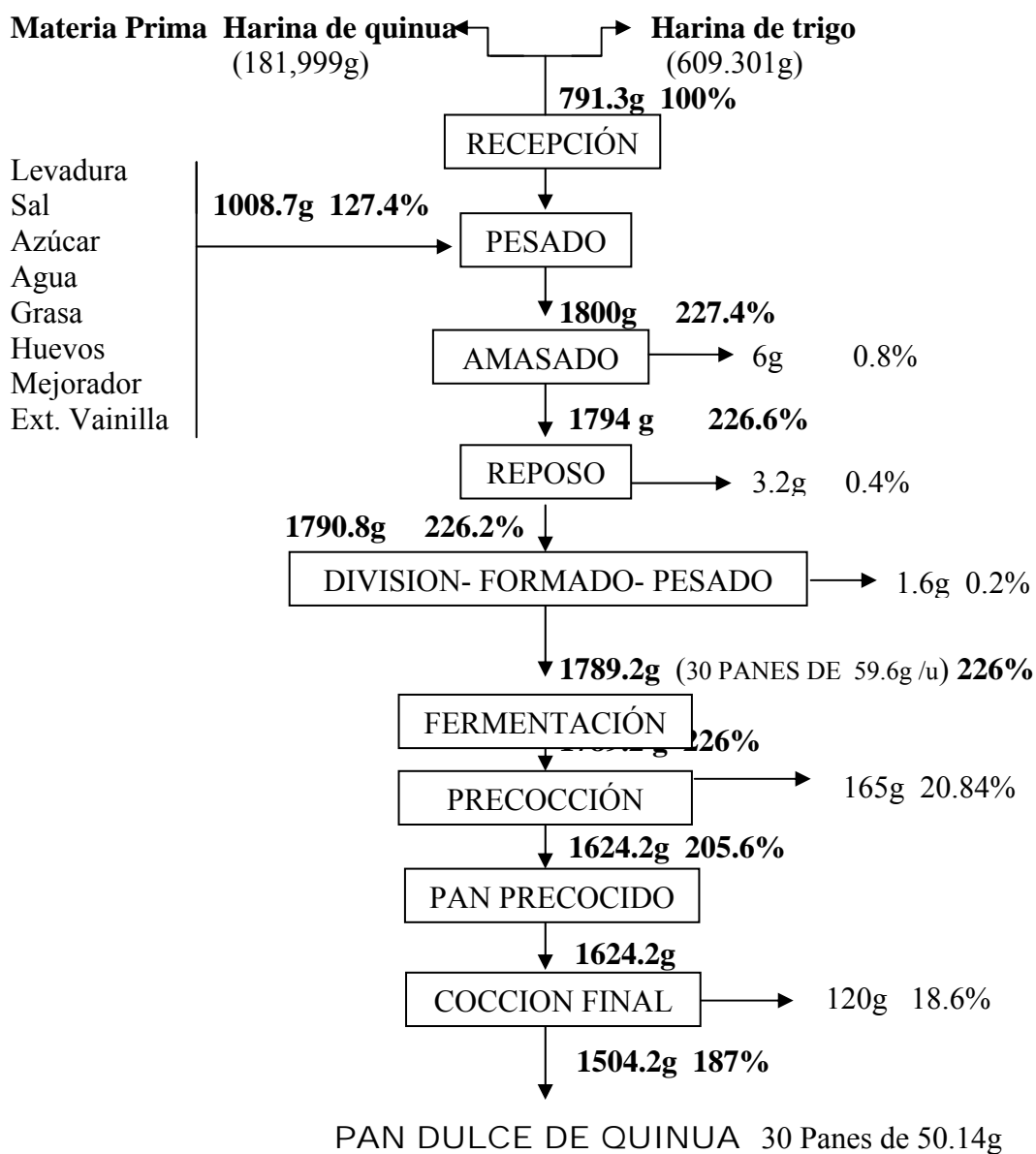
**Fuente:** Laboratorio de uso múltiple – FICAYA

Los análisis realizados se encuentran dentro de los rangos establecidos por las Normas INEN. Los resultados se muestran en el ANEXO 5

## 4.9 RENDIMIENTO

El rendimiento se determina a través del balance de materiales, para lo cual el producto es pesado en cada una de las etapas del proceso. A continuación se presenta el balance de materiales para la elaboración del pan dulce de quinua precocido; se aclara que los datos corresponden para un tratamiento.

### 4.9.1 Flujograma del proceso para la obtención del pan dulce precocido de quinua, aplicado al tratamiento T1.



Nota: Los porcentajes empleados son de acuerdo a la fórmula panadera.

El balance de materiales para la elaboración del pan dulce de quinua precocido del tratamiento T1 (23%harina de quinua+180°C+8minutos), muestra que para obtener 30 panes con un peso de 50.14g, se partió de una mezcla de 181.99g de harina de quinua, más 609.3g de harina de trigo dando un total de 791.3g de harina la cual es mezclada con 1008.7g que corresponde a los insumos, obteniendo un total de 1800g los cuales entran en el proceso.

Durante los procesos para la elaboración del pan precocido se tiene en el amasado una mínima pérdida de 6g (0.8%), que corresponde a la masa que queda adherida al brazo y recipiente de la amasadora, en el reposo de igual forma existe una mínima pérdida de 3.2g (0.4%), que corresponde a pérdida de humedad en la masa.

Las mayores pérdidas se tiene en la precocción y la cocción final donde se somete al pan a las temperaturas ya conocidas, teniendo así una pérdida de 165g (20.84%); mientras que en la cocción final existe una pérdida de 120g (18.6%). Es decir que por cada pan se pierde aproximadamente de 8g a 9g durante todo el proceso.

Finalmente con respecto al rendimiento se tiene:

Si 1800g masa —————> 100%

1504.2g pan—————> 83.6%

Lo cual indica que para elaborar el pan dulce de quinua precocido existe un 83.6% de rendimiento con respecto a la masa inicial y el 18.4% correspondiente a pérdidas casi totalmente por evaporación del agua.

#### 4.10 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Para determinar los costos de producción del “Pan dulce Precocido de quinua” se toma en cuenta el total del costo experimental del primer tratamiento, dicho costo será el mismo para los cuatro primeros tratamientos de la investigación, en el siguiente cuadro se muestra los costos de las materias primas e insumos empleados en el proceso.

**Cuadro 47: Costos de producción del pan precocido a nivel experimental en laboratorio (Tratamiento T1)**

M/P – Insumos	Cantidad	
	g	USD
Harina de trigo	609	0,36
Harina de quinua	182	1
Agua	435,3	0,05
Sal	4	0,007
Azúcar	166,2	0,13
Grasa Vegetal	262	0,23
Levadura	47,5	0,3
Huevos	79	0,15
Mejorador	8	0,008
Ext. de vainilla	7	0,005
Costos directos	-----	2,21
Costos indirectos	-----	3
Total	-----	5,21

En consecuencia como resultado se tiene que para el primer tratamiento con sus respectivas repeticiones, obtenemos 30 panes, los cuales tendrán un costo de venta equivalente a USD 0.17 por cada unidad de aproximadamente 50.14 gramos.



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

Luego del análisis e interpretación de los resultados en esta investigación, se obtienen las siguientes conclusiones:

- ✓ El desarrollo de esta investigación comprueba que la hipótesis alternativa planteada en esta investigación, pasa a ser evidente ya que los porcentajes de harina de quinua, tiempos y temperaturas de precocción influyen en el proceso de la elaboración del pan precocido, que dan lugar a la obtención de un producto de alta calidad nutricional.
- ✓ En lo que concierne al porcentaje adecuado de harina de quinua en la mezcla, se determinó que con el 18% se obtienen mejores resultados, ya que porcentajes más altos de harina de quinua en la mezcla no permiten el buen desarrollo de las masas de pan, dándole a las mismas una elasticidad baja, influyendo también directamente en el peso y volumen final del producto.
- ✓ En relación a la temperatura y tiempo óptimo de precocción, en la presente investigación se puede determinar que lo más óptimo es aplicar una temperatura de 180°C por 10 minutos.

- ✓ Al evaluar el peso, para el pan precocido se pudo determinar que los mejores tratamientos fueron **T11, T9** con el 18% de harina de quinua, 170°C y 180°C respectivamente y un tiempo de 8 minutos de precocción; mientras que para el pan final los mejores tratamientos son **T10 y T9** que corresponden al 18% harina de quinua con una temperatura de 180°C durante 10 y 8 minutos respectivamente.
- ✓ Los resultados que provienen del análisis estadístico de la variable volumen, tanto para el pan precocido como el pan final, se determinó que los mejores tratamientos fueron el **T10 y T11** con el 18% de harina de quinua, 180°C por 10 minutos y 170°C por 8 minutos respectivamente; esto quiere decir que la mezcla de harinas y las condiciones en mención son las más apropiadas para obtener pan precocido con un volumen óptimo.
- ✓ En la variable peso específico, tanto para el pan precocido como el pan final, se pudo determinar que los mejores tratamientos fueron el **T10 y T11** que corresponden el 18% de harina de quinua, 180°C por 10 minutos y 170°C por 8 minutos respectivamente; esto quiere decir que al aplicar estas condiciones a la mezcla se logra obtener un peso específico óptimo.
- ✓ De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis organoléptico, dentro del cual se evaluaron: color, aroma, sabor, corteza y miga; se determinó que el tratamiento **T10 y T11** presenta una mayor aceptación panel de degustadores.
- ✓ En lo que respecta a la calidad del pan precocido y del pan final, se determinó que los dos tratamientos analizados en esta investigación: **T10 y T11** contienen un porcentaje considerable de proteína, 12,43% y 13,01% respectivamente; lo que demuestra que al incorporar harina de quinua a la mezcla, se logra enriquecer la masa aportando a la calidad nutricional del pan, siendo un producto de alto valor proteico y además en el análisis microbiológicos este producto está dentro de parámetros establecidos para el consumo humano.

- ✓ De acuerdo al balance de materiales efectuado en base del tratamiento **T1**, se determinó un rendimiento panadero del 83.6%; con respecto al peso de la masa formada al inicio del proceso y al peso del pan elaborado al final del mismo.
  
- ✓ En cuanto al análisis de costos realizado se establece que el “Pan de dulce enriquecido con harina de quinua” tiene un costo unitario de USD 0,17. Por tanto la presentación que contenga 10 panes será con un costo de USD 1,70, tomando en cuenta que este costo es en base al experimento realizado a pequeña escala no a nivel industrial donde obviamente el costo de este producto a este nivel sería menor.

## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten emitir las siguientes recomendaciones:

- ❖ Se recomienda aplicar la tecnología de precocción, con la cual las panaderías y panificadoras tendrían ventajas como: disminución de costos de producción, al igual que la disponibilidad de pan fresco a cualquier momento que requieran.
  
- ❖ Se realice nuevas investigaciones en pan precocado, aplicando harina de quinua como enriquecedor en la elaboración de pan de sal, así también en otros productos alimenticios derivados del área de panificación como: tallarines, fideos, galletas, tortas, entre otros.
  
- ❖ Debido a la disponibilidad de harina de quinua en nuestro medio se recomienda hacer investigaciones aplicando este producto en otros campos de la agroindustria como cárnicos, lácteos, etc.
  
- ❖ Se realice una investigación donde se puedan aplicar porcentajes más elevados de harina de quinua a la mezcla, así como también emplear nuevas condiciones de tiempos y temperaturas de precocción.

- ❖ Se recomienda para la elaboración de pan precocido tomar en cuenta el tiempo y la temperatura de precocción a la cual está sometida la masa de pan, ya que estos parámetros son los que determinan la calidad de un buen pan precocido y así también la vida útil del mismo.
  
- ❖ Se recomienda fomentar la producción de quinua a los agricultores de la región norte, especialmente en la provincia de Imbabura, potenciar las características nutritivas, aprovechar sus bondades intrínsecas como es la proteína, grasas insaturadas, vitaminas y minerales; además hidratos de carbono y el alto contenido de fibra dietética, cuyos componentes se concentren en alimentos básicos para la humanidad.

## CAPÍTULO VII

### RESUMEN

En la presente investigación se tuvo la participación de la empresa privada “PANADERÍA EXTRAPAN” la cual permitió el desarrollo experimental en sus instalaciones, la misma que se encuentra ubicada en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar los parámetros óptimos para elaborar pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua, utilizando un proceso tecnológico adecuado con el fin de obtener un producto de buena calidad y así también dando una solución a varios sectores de nuestro país, los cuales disponen de la materia prima la cual no es totalmente aprovechada.

El pan es un alimento básico elaborado generalmente con cereales, usualmente en forma de harina, y un medio líquido, habitualmente agua, sal, azúcar, grasa, levadura, huevos, etc. Dentro de la elaboración del pan es importante tener en cuenta que la calidad de la materia prima y la cantidad adecuada de estos elementos básicos, influyen en la elaboración del pan de buena calidad. Cada ingrediente es indispensable ya que cumplen funciones específicas que después repercutirán en el producto final.

El proceso de pan precocido consiste en una cocción en dos tiempos. La masa se elabora como en el proceso tradicional, atendiendo algunas modificaciones y una vez que en la primera cocción el pan ha coagulado y ha cogido estructura, se retira del horno, se enfría y posteriormente se congela, y cuando se requiera, posteriormente el pan precocido se retira del congelador, se descongela y se realiza la segunda cocción.

Para la fase experimental se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial  $A \times B \times C$ , donde el factor A corresponde al porcentaje de harina de quinua (23%A1, 20%A2, 18%A3), factor B corresponde a temperatura de precocción (180°C B1, 170°C B2) y factor C que corresponde a tiempo de precocción (8 minutos C1, 10 minutos C2); con tres repeticiones por tratamiento con un total de 12 tratamientos y 36 unidades experimentales; se realizó prueba de Tukey para tratamientos, DMS para factores y Gráfica para interacciones.

Las variables a medirse fueron: peso, volumen, peso específico, para pan precocido y pan final; así también los respectivos análisis se efectuaron en el Laboratorio de Uso Múltiple de la FICAYA, dichos análisis fueron azúcares totales, fibra total, contenido acuoso, extracto etéreo, microbiológicos y proteína realizados al pan precocido y pan final, de los dos mejores tratamientos, los cuales se determinaron a partir de las pruebas de degustación.

**Peso.-** Analizada esta variable para el pan precocido se pudo determinar que los mejores tratamientos fueron el T11 y T9; mientras que para el pan final los mejores tratamientos fueron T10 y T11.

**Volumen.-** Tanto para el pan precocido como el pan final en esta variable se pudo determinar que los mejores tratamientos fueron T10 y T11.

**Peso específico.-** Analizada dicha variable, se establece que tanto para el pan precocido como para el pan final, los mejores tratamientos fueron el T10 y T11.

**Análisis físico-químico.-** Tanto para del pan precocido y pan final, se determinó que los mejores tratamientos: T10 y T11 contienen un porcentaje considerable de proteína 12,43% y 13,01 % respectivamente; constituyen un producto de alto valor nutritivo.

Con respecto a costos, se puede observar que el pan precocido elaborado con harina de quinua y harina de trigo, permite tener un producto rentable en cualquiera de sus formulaciones, teniendo un costo por unidad de 0,17 ctvs.

## **CAPÍTULO VIII**

### **SUMMARY**

In the present investigation one had the participation of the company private “BAKERY EXTRAPAN” which allowed the experimental development, in their facilities, the same one that is located in the city of Ibarra, Imbabura province.

This investigation had as objective to determine the good parameters to elaborate precooked sweet bread enriched with quinoa flour, using an appropriate technological process with the purpose of obtaining a product of good quality and likewise giving a solution to several sectors of our country, which have the matter the one prevail which is not completely taken advantage of.

The bread is a basic food generally elaborated with cereals, usually in form of flour, and a half liquid one, habitually water, salt, sugar, fat, yeast, eggs, etc. inside the elaboration of the bread is important to keep in mind that the quality of the matter prevails and the appropriate quantity of these basic elements, they influence in the elaboration of the bread of good quality. Each ingredient is indispensable since they complete specific functions that later will rebound in the final product.

The process of precooked bread consists on a cooking in two times. The mass is elaborated like in the traditional process, assisting some modifications and once in the first cooking the bread has coagulated and formed its structure, withdrew from the oven, cooled and frozen until when needed the bread, this withdrew from the freezer and cooled and is the second cooking.

For the experimental phase a Design was used Totally at random with factorial arrangement  $A \times B \times C$ , where the factor A it corresponds to the percentage of quinoa flour (23%A1,



20%A2,18%A3), factor B corresponds to precocci3n temperature (180°C B1, 170°C B2) and factor C that corresponds on time of precocci3n (8 minutes C1, 10 minutes C2); with three repetitions for treatment with a total of 12 treatments and 36 experimental units; was carried out test of Tukey for treatments, DMS for factors and Graph for interactions.

The variables to be measured were: I weigh, volume, specific weight, for precooked bread and final bread; likewise the respective analyses were made in the Laboratory of Multiple Use of the FICAYA, this analysis was total sugars, total fiber, watery content, I summarize ethereal, microbiol3gicos and protein carried out to the precooked bread and final bread, of the two better treatments, which were determined starting from the tasting tests.

**Weight.** - Analyzed this variable for the precooked bread you could determine that the best treatments were the T11 and T9; while for the final bread the best treatments were T10 and T11.

**Volume.** - Point for the bread precooked as the final bread in this variable you could determine that the best treatments were T10 and T11.

**Specific weight.** - Analyzed this variable, he/she settles down that point for the bread precooked as for the final bread, the best treatments were the T10 and T11.

Physical-chemical analysis. - Point for of the precooked bread and final bread, it was determined that the best treatments: T10 and T11 contain a considerable percentage of protein 12,43% and 13,01% respectively; they constitute a product of high nutritious value.

With regard to costs, one can observe that the precooked bread elaborated with quinoa flour and wheat flour, he/she allows to have a profitable product in anyone of their formulations, having a cost for unit of 0,17 ctvs.

## **CAPÍTULO IX**

### **BIBLIOGRAFIA**

#### **9.1 BIBLIOGRAFIA DE TEXTO**

1. CALAVERAS J. (1996); Tratado de Panificación y Bollería; España. [Consulta Septiembre 2006]
2. COLLAZOS, C. (1996). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. [Consulta: Mayo 2008]
3. FLEISCHMANN; Manual de Panadería; pag. 4 – 5. [Consulta Septiembre 2006]
4. FRAZIER W. Y WESTHOFF D. (1993); Microbiología de los Alimentos; España. [Consulta Septiembre 2006]
5. MANUAL DE CONTROL MANEJO Y PRODUCCIÓN Agrícola (1992); Cereales, quinoa. Pag. 27-52. [Consulta: Enero 2007]
6. MANUAL DE PRODUCCION DE QUINUA DE CALIDAD EN EL ECUADOR. (2005); pag.20. [Consulta: Enero 2007]
7. Maquinaria Industrial Peruana Nova (2005) [Consulta: Enero 2009]
8. Memorias de Cultivo y procesamiento de quinua CENDES, (1981), pag.41 Ecuador. [Consulta: Septiembre 2008]
9. TERRANOVA (1995); Producción Agrícola 1; Colombia. [Consulta Septiembre 2006]
10. Toapanta P. 2005 [Consulta Septiembre 2006]

## 9.2 BIBLIOGRAFIA DE INTERNET

1. <http://ecuador.sica.gov.ec> [Consulta Enero 2009]
2. <http://www.AgroPanorama.com>. [Consulta: Abril 2007]
3. <http://www.botanical-online.com/harina.htm>. [Consulta Enero 2006]
4. <http://www.franciscotejero.com/tecnica/precoccion/guia%20practica.htm> [Consulta: Abril 2007]
5. <http://www.images.google.com.ec> [Consulta: Octubre 2006]
6. <http://www.materia-prima-quinua.htm>. [Consulta: Octubre 2006]
7. <http://www.minag.gov.pe/quinua.shtml> [Consulta: Enero 2007]
8. <http://www.monografias.com/trigo.shtml>. [Consulta: Abril 2007]
9. <http://www.panaderia.com/informes/consumo.html> [Consulta Marzo 2007]
10. <http://www.prodiversitas.bioetica.org/nota71.htm> [Consulta: Septiembre 2006]
11. <http://www.quinua.htm>. [Consulta: Enero 2007]
12. <http://www.sica.gov.ec> [Consulta Abril 2007]
13. <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Convenio20MAG20IICA/producto>. [Consulta: Septiembre 2006]
14. <http://www.sica.gov.ec/censo/contenido/quinua.pdf>. [Consulta: Diciembre 2006]
15. <http://www.trigo-wikipedia.com> [Consulta: Enero 2007]
16. <http://www.wikipedia.org/wiki/pan.alimento.htm>. [Consulta Febrero 2007]
17. <http://www.wikipedia.org/wiki/portada>. [Consulta: Marzo 2007]
18. <http://www.wikipediaenciclopedia.libretrigo.htm> [Consulta: Abril 2007]
19. <http://wikipedia.com/trigo.htm>. [Consulta Marzo 2007]
20. <http://www.web.mujeractual.com/hogar/pan.htm> [Consulta: Junio 2007]
21. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura / GTZ Unidad de Desarrollo Rural Sostenible Proyecto INFOAGRO-Bolivia (IICA/GTZ) Copyright, 2002 [Consulta: Diciembre 2006]

### **9.3 NORMAS**

1. NORMA INEN 95 (Pan Común). [Consulta Septiembre 2006]
2. NORMA INEN 96 (Pan Especial). [Consulta Septiembre 2006]

## **CAPÍTULO X**

### **ANEXOS**

#### **ANEXO 1**

### **GUIA INSTRUCTIVA PARA EVALUAR EL “PAN DULCE PRECOCIDO ENRIQUECIDO CON HARINA DE QUINUA”**

**INSTRUCCIONES:** Lea y analice detenidamente cada una de las características organolépticas del pan descritas a continuación, para realizar la degustación del mismo.

#### **CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS**

**COLOR:** El color debe ser uniforme de dorado a ligeramente moreno.

**AROMA:** El olor debe ser característico de un producto fresco, bien cocido sin indicios de rancidez, enmohecimiento u otro olor extraño objetable.

**SABOR:** De igual manera debe ser característico de un producto fresco, bien cocido sin indicios de amargor, acidez u otro sabor extraño objetable.

**CORTEZA:** Debe presentar una corteza de color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.

**MIGA:** La miga debe ser porosa, pero con orificio de diámetro pequeño, esta debe ser uniforme y pegajosa.

## PRUEBA DE DEGUSTACIÓN

PRODUCTO: “PAN DULCE DE QUINUA”

NOMBRE:

FECHA:

INSTRUCCIÓN: Coloque una x en la opción que usted considere, de acuerdo a las características organolépticas que se especifican a continuación:

CARTACTERISTICAS		MUESTRAS												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>COLOR</b>	MUY AGRADABLE													
	AGRADABLE													
	INDIFERENTE													
	DESAGRADABLE													
	DESAGRADABLE													
<b>AROMA</b>														
	MUY AGRADABLE													
	AGRADABLE													
	INDIFERENTE													
	DESAGRADABLE													
	DESAGRADABLE													
<b>SABOR</b>	MUY AGRADABLE													
	AGRADABLE													
	INDIFERENTE													
	DESAGRADABLE													
	DESAGRADABLE													
<b>CORTEZA</b>	MUY AGRADABLE													
	AGRADABLE													
	INDIFERENTE													
	DESAGRADABLE													
	DESAGRADABLE													
<b>MIGA</b>	MUY AGRADABLE													
	AGRADABLE													
	INDIFERENTE													
	DESAGRADABLE													
	DESAGRADABLE													

**OBSERVACIONES:**.....  
 .....  
 .....

## ANEXO 2

**Cuadro 48: Calificación otorgada a doce tratamientos más un testigo, de pan dulce de quinua para la característica color. (Rangos)**

Panelistas	Muestras													Suma	
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T		
P1	8,5	2,5	8,5	2,5	8,5	2,5	2,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	13	91
P2	12	3,5	3,5	3,5	8,5	3,5	3,5	8,5	8,5	12	8,5	12	3,5	91	
P3	11	4,5	11	4,5	4,5	4,5	4,5	11	4,5	11	11	4,5	4,5	91	
P4	8,5	2,5	2,5	8,5	2,5	8,5	2,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	13	91	
P5	8	8	4	8	4	4	1	12	8	12	2	8	12	91	
P6	6,5	6,5	12	6,5	6,5	6,5	12	2	12	6,5	6,5	1	6,5	91	
P7	13	2	8,5	8,5	8,5	2	8,5	2	4	8,5	8,5	8,5	8,5	91	
P8	6	6	1,5	1,5	6	6	11,5	6	6	6	11,5	11,5	11,5	91	
P9	4	10	10	4	10	10	10	10	10	1	4	4	4	91	
P10	10,5	6	3	10,5	3	6	3	6	10,5	10,5	10,5	10,5	1	91	
P11	3	9,5	9,5	9,5	3	9,5	9,5	9,5	3	9,5	9,5	3	3	91	
P12	4	4	4	4	10	10	10	4	10	10	10	10	1	91	
<b>Suma</b>	95	65	78	71,5	75	73	78,5	88	93,5	104	99	90	81,5	1092	

**Cuadro 49: Calificación otorgada a doce tratamientos más un testigo, de pan dulce de quinua para la característica aroma.(Rangos)**

Panelistas	Muestras													Suma
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T	
P1	4	4	10,5	4	10,5	4	4	4	10,5	10,5	4	10,5	10,5	91
P2	12,5	8	8	2,5	2,5	2,5	2,5	8	8	8	8	8	12,5	91
P3	6	1	6	6	6	12	6	6	12	6	12	6	6	91
P4	8	3	8	3	12	8	12	12	3	8	3	8	3	91
P5	6	12	6	6	6	6	6	12	12	6	1	6	6	91
P6	4	10,5	4	10,5	4	4	10,5	4	10,5	10,5	4	4	10,5	91
P7	1,5	4,5	4,5	12,5	9	12,5	9	9	4,5	9	1,5	4,5	9	91
P8	4	4	4	4	4	4	10,5	4	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	91
P9	8	11,5	3	13	8	3	3	8	3	8	11,5	3	8	91
P10	13	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	1	91
P11	8,5	11,5	4	8,5	4	4	4	4	4	4	11,5	11,5	11,5	91
P12	5	5	11,5	5	5	11,5	5	11,5	5	5	11,5	5	5	91
<b>Suma</b>	80,5	82	76,5	82	78	78,5	79,5	89,5	90	92,5	85,5	84	93,5	1092

**Cuadro 50: Calificación otorgada a doce tratamientos más un testigo, de pan dulce de quinua para la característica sabor.(Rangos)**

Panelistas	Muestras													Suma
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T	
P1	1	2,5	6	2,5	11	6	6	6	11	11	6	11	11	91
P2	1	11,5	3,5	7,5	11,5	7,5	3,5	11,5	7,5	11,5	7,5	3,5	3,5	91
P3	4	4	12	9	4	9	4	4	4	4	12	9	12	91
P4	1	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	91
P5	6,5	2	6,5	2	2	6,5	11,5	6,5	6,5	11,5	11,5	11,5	6,5	91
P6	1	4,5	4,5	10,5	10,5	10,5	4,5	4,5	4,5	10,5	10,5	10,5	4,5	91
P7	1	6	6	6	12	6	6	6	6	6	12	12	6	91
P8	8	1,5	8	8	8	8	8	1,5	8	8	8	8	8	91
P9	1	10	10	4	10	4	10	10	4	10	10	4	4	91
P10	1	10,5	3	10,5	3	10,5	3	6	10,5	6	6	10,5	10,5	91
P11	3	3	9,5	3	3	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	3	91
P12	1	10	4	10	10	10	10	4	4	10	4	4	10	91
Suma	29,5	73	80,5	80,5	92,5	95	83,5	77	83	105,5	104,5	101	86,5	1092

**Cuadro 51: Calificación otorgada a doce tratamientos más un testigo, de pan dulce de quinua para la característica corteza. (Rangos)**

Panelistas	Muestras													Suma
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T	
P1	12,5	9	12,5	9	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	9	3,5	9	9	91
P2	10,5	5	5	5	5	5	5	10,5	12,5	5	5	12,5	5	91
P3	9	4	4	1	9	12,5	9	4	4	9	9	4	12,5	91
P4	1	6	6	6	6	6	6	6	6	12	12	6	12	91
P5	4,5	8,5	2	8,5	4,5	12	1	12	4,5	8,5	4,5	8,5	12	91
P6	7	11,5	11,5	7	7	1,5	7	1,5	3,5	11,5	7	3,5	11,5	91
P7	9	4,5	4,5	11,5	11,5	4,5	4,5	4,5	11,5	11,5	4,5	4,5	4,5	91
P8	8,5	8,5	2,5	2,5	8,5	2,5	8,5	8,5	13	2,5	8,5	8,5	8,5	91
P9	8,5	8,5	3	3	3	8,5	8,5	13	8,5	8,5	8,5	8,5	1	91
P10	4	4	4	4	10,5	10,5	10,5	4	4	10,5	10,5	10,5	4	91
P11	12,5	7	7	12,5	7	7	1,5	7	7	7	7	7	1,5	91
P12	1,5	4	4	1,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	4	9,5	9,5	9,5	91
Suma	88,5	80,5	66	71,5	85	83	74,5	84	87,5	99	89,5	92	91	1092

**Cuadro 52: Calificación otorgada a doce tratamientos más un testigo, de pan dulce de quinua para la característica miga.(Rangos)**

Panelistas	Muestras													Suma
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	T	
<b>P1</b>	1,5	1,5	9,5	4,5	4,5	9,5	9,5	9,5	9,5	4,5	4,5	9,5	13	91
<b>P2</b>	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	11	11	11	11	4,5	11	91
<b>P3</b>	5	5	5	5	5	11,5	5	5	5	11,5	5	11,5	11,5	91
<b>P4</b>	9	1,5	3,5	1,5	9	3,5	9	9	9	9	9	9	9	91
<b>P5</b>	2,5	10,5	10,5	6	6	10,5	2,5	10,5	2,5	6	10,5	10,5	2,5	91
<b>P6</b>	5	8,5	12	5	5	2	12	2	8,5	8,5	8,5	12	2	91
<b>P7</b>	5	2	10	10	10	10	5	2	5	2	10	10	10	91
<b>P8</b>	9	3,5	3,5	9	3,5	9	9	9	9	9	13	3,5	1	91
<b>P9</b>	7	7	3,5	3,5	11	11	11	3,5	3,5	7	11	11	1	91
<b>P10</b>	8,5	12,5	8,5	12,5	8,5	8,5	3	3	8,5	8,5	3	3	3	91
<b>P11</b>	12,5	8	2,5	8	8	2,5	2,5	8	2,5	12,5	8	8	8	91
<b>P12</b>	11,5	11,5	5	5	5	5	5	11,5	5	5	5	5	11,5	91
<b>Suma</b>	81	76	78	74,5	80	87,5	78	84	79	94,5	98,5	97,5	83,5	1092



#### ANEXO 4

**Cuadro 54: Costos de producción del pan precocido a nivel experimental en laboratorio, para los tratamientos T5, T6, T7 y T8.**

M/P – Insumos	Cantidad	
	g	USD
Harina de trigo	633	0,34
Harina de quinua	158	0,87
Agua	435	0,05
Sal	4	0,007
Azúcar	166	0,13
Grasa Vegetal	262	0,23
Levadura	48	0,3
Huevos	79	0,15
Mejorador	8	0,008
Ext. de vainilla	7	0,005
Costos directos	-----	2,09
Costos indirectos	-----	3
<b>Total</b>	-----	<b>5,09</b>

**Cuadro 55: Costos de producción del pan precocido a nivel experimental en laboratorio, para los tratamientos T9, T10, T11 y T12.**

M/P – Insumos	Cantidad	
	g	USD
Harina de trigo	649	0,35
Harina de quinua	143	1,00
Agua	435,3	0,05
Sal	4	0,007
Azúcar	166,2	0,13
Grasa Vegetal	262	0,23
Levadura	47,5	0,3
Huevos	79	0,15
Mejorador	8	0,008
Ext. de vainilla	7	0,005
Costos directos	-----	2,23
Costos indirectos	-----	3,00
<b>Total</b>	-----	<b>5,04</b>

## **ANEXO 5**

- 1. Resultado de análisis Físico-Químicos y microbiológicos en el laboratorio de la FICAYA.**
- 2. Norma 95 (Pan Común)**
- 3. Norma 96 (Pan especial)**