



# **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

### **ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

#### **TEMA**

**ELABORACION DE PAN A PARTIR DE LA MEZCLA DE CINCO NIVELES DE HARINA DE TRIGO (*Triticum vulgare*) Y HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) PARA MEJORAR SU VALOR NUTRICIONAL, EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR.**

**Tesis de Grado Previa a la Obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial, Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a Través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroindustrial**

#### **AUTOR**

**FLABIO WILSON ALDAZ CHIMBORAZO**

#### **DIRECTOR DE TESIS**

**Ing. Agroind. MARCELO GARCIA M.Sc**

**GUARANDA - ECUADOR**

**2011**

**“ELABORACION DE PAN A PARTIR DE LA MEZCLA DE CINCO NIVELES DE HARINA DE TRIGO (*Triticum vulgare*) Y HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) PARA MEJORAR SU VALOR NUTRICIONAL”**

REVISADO POR:

---

**Ing. Agroind. MARCELO GARCIA M.Sc  
DIRECTOR DE TESIS**

---

**Dra. ODERAY MERINO M.Sc  
BIOMETRISTA**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN  
DE TESIS

---

**Ing. Agro. MILTON BARRAGAN M.Sc  
AREA DE REDACCIÓN TÉCNICA**

---

**ING. Alm. CARLOS MORENO M.Sc  
AREA TÉCNICA**

# DEDICATORIA

*Este trabajo de investigación fruto de mi esfuerzo y perseverancia constante se lo dedico con mucho amor y cariño a mi querida madre Dolores, mi abuelita María, por brindándome la confianza, el apoyo y los esfuerzos económicos hechos al darme la herencia más valiosa que pude recibir.*

*A mi adorada esposa Elizabeth y a mi querido hijo Jeremy quienes se han mantenido tangible a mi lado dándome la fortaleza necesaria para triunfar siendo la mejor bendición que Dios me ha dado para querer superarme día tras día por un porvenir mejor.*

*A mis queridos tíos, primos, a mis verdaderos amigos por su aliento y toda mi familia que siempre quisieron verme crecer como ser humano y profesionalmente fueron mi apoyo constante y mi fortalece para querer ser mejor en la vida.*

*Por: Wilson Aldaz*

# *AGRADECIMIENTO*

*Quiero agradecer primero a Dios por haberme otorgado el don de la vida y con ella el conocimiento necesario para seguir escalando cada obstáculo que se presenta en la vida, con perseverancia y fortaleza.*

*A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, por abrirme las puertas a la enseñanza, a todos los Docentes que compartieron sus experiencias y conocimientos.*

*A los miembros del tribunal de tesis: Ingeniero Marcelo García, Director; Doctora Oderay Merino, Biometrista; Ingeniero Milton Barragán, Área de Redacción Técnica; y Ingeniero Carlos Moreno, Área Técnica; quienes me guiaron con sus valiosos conocimientos para culminar con éxito mi trabajo de investigación.*

*A la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología SENACYT; a través de su proyecto quien me brindó la oportunidad para realizar los análisis de laboratorio en el presente trabajo de investigación.*

*Por: Wilson Aldaz*

## **IDICE DE CONTENIDOS**

PORTADA
CERTIFICACION DEL TRIBUNAL
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
INDICE DE CONTENIDOS
INDICE DE CUADROS
INDICE DE GRAFICOS
INIDCE DE ANEXOS

<b>Ítems</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
I	<b>INTRODUCCION</b>	1
II	<b>REVISION LITERARIA</b>	4
2.1	El trigo	4
2.1.2	Clasificación sistemática	4
2.1.3	Origen	4
2.1.4	Descripción botánica	5
2.1.5	Importancia	5
2.1.6	Propiedades del trigo	6
2.1.7	Producción mundial	6
2.1.8	Producción nacional	6
2.1.9	Producción local	7
2.1.10	Usos	7
2.1.11	Valor nutricional	8
2.2	La papa china	8
2.2.1	Origen	9
2.2.2	Datos agronómicos	10
2.2.3	Clasificación botánica	10
2.2.4	Nombres comunes	10
2.2.5	Variedades	10
2.2.6	Descripción botánica	10

2.2.7	Ecofisiología	12
2.2.8	Cosecha y rendimiento	13
2.2.9	Manejo post- cosecha	14
2.2.10	Usos	14
2.2.11	Valor nutricional	14
2.3	El Secado	16
2.3.1	Secador de bandejas	17
2.3.2	Ventajas	18
2.4	La harina de trigo	19
2.4.1	Historia de la harina de trigo	19
2.4.2	Los secretos de la harina fortificada	20
2.4.3	Composición química	22
2.4.4	Harinas de fuerza y harinas flojas	22
2.4.5	Elaboración de la harina	23
2.4.6	Obtención de harina de trigo	23
2.4.7	Clasificación de la harina de trigo	24
2.4.7.1	Harina integral	24
2.4.7.2	Harina integral de trigo desgerminado	25
2.4.7.3	Mezcla de harinas	25
2.4.7.4	Harina acondicionada	25
2.4.7.5	Harina enriquecida	25
2.4.7.6	Harina para rebozar	25
2.4.7.7	Harina alterada	26
2.4.7.8	Harina de fuerza	26
2.4.7.9	Sémola y semolina	26
2.4.7.10	Harina especial	26
2.4.7.11	Clases de harina para pan	27
2.4.8	Características organolépticas y fisicoquímicas de las harinas	27
2.4.9	Características bromatológicas de las harinas	28
2.4.10	Harina de papa china	29
2.5	Elaboración de pan	31
2.5.2	Componentes característicos de la harina para el pan	31

2.5.3	Características de la harina	32
2.5.4	Ingredientes del pan	32
2.5.4.1	Agua	32
2.5.4.2	Sal	33
2.5.4.3	Azúcar	34
2.5.4.4	Leche	34
2.5.4.5	Grasas	35
2.5.4.6	Levadura	35
2.5.5	Procesos de la panificación	37
<b>III</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>41</b>
3.1	Materiales	41
3.1.1	Ubicación	41
3.1.2.	Situación geográfica y climática	41
3.1.3	Material experimental	42
3.1.4	Materiales	42
3.1.4.1	Materiales de campo	42
3.1.4.2	Materiales de laboratorio	43
3.1.4.3	Materiales de oficina	43
3.1.5	Recursos institucionales	44
3.2.	Métodos	44
3.2.1	Tratamiento y diseño experimental	45
3.2.1.1	Factor en estudio	45
3.2.2.	Descripción del diseño experimental	45
3.2.3.	Tipo de diseño experimental	46
3.2.4	Características del experimento	46
3.2.5	Técnicas estadísticas	47
3.2.6	Análisis económico/beneficio	47
3.2.7	Mediciones experimentales	48
3.2.7.1	En la materia prima	48
	a. Peso	48

	b. Análisis bromatológico	48
3.2.7.2	En el producto procesado	48
	a. Análisis sensorial	48
	b. Análisis microbiológico	49
3.3.	Manejo del experimento	50
3.3.1	Descripción del experimento para la obtención de harina de panificación	50
3.3.1.1	Recepción	50
3.3.1.2	Limpieza	50
3.3.1.3	Pesado	50
3.3.1.4	Pelado	50
3.3.1.5	Cortado o picado	50
3.3.1.7	Secado o deshidratado	51
3.3.1.8	Secado	51
3.3.1.9	Molido	51
3.3.1.10	Mezclado	51
3.3.1.11	Enfundado	52
3.3.1.12	Almacenado	52
3.3.1.13	Consumo de la harina	52
3.3.2	Diagrama de flujo de la obtención de harina de papa china	53
3.3.3	Descripción del proceso de panificación con mezclas de harina de trigo y papa china.	54
3.3.3.1	Recepción	54
3.3.3.2	Pesado	54
3.3.3.3	Mezclado	54
3.3.3.4	Dosificado o formulación	54
3.3.3.5	Amasado	54
3.3.3.6	Reposado	55
3.3.3.7	Moldeado	55
3.3.3.8	Fermentación	55
3.3.3.9	Horneado	55
3.3.3.10	Enfundado	55



3.3.3.11	Almacenado	55
3.3.3.12	Consumo	56
3.3.4	Diagrama de flujo de la elaboración de pan con mezclas de harina de trigo y papa china	57
3.3.5	Formulación del pan	58
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN</b>	<b>59</b>
4.1	Materia prima	59
4.1.1.	Rendimiento de la papa china en la elaboración de harina para sustituir por la harina de trigo en la elaboración del pan	59
4.1.2.	Análisis bromatológico para harinas	59
4.1.3.	Análisis microbiológico para las mezclas de harina de trigo y papa china	62
4.2	Análisis en el producto elaborado	63
4.2.1	Evaluación sensorial	63
4.2.2	Pan elaborado con mezclas de harina de trigo y papa china	63
4.2.2.1	Color	63
4.2.2.2	Olor	65
4.2.2.3	Sabor	66
4.2.2.4	Textura	67
4.2.2.5	Aceptabilidad	69
4.2.3	Análisis microbiológico del mejor tratamiento	71
4.2.4	Análisis bromatológico del mejor tratamiento	72
4.2.5	Análisis económico	72
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>74</b>
5.1	Conclusiones	74
5.2	Recomendaciones	76

VI	<b>RESUMEN Y SUMMARY</b>	78
6.1	Resumen	78
6.2	Summary	79
VII	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	70
	<b>ANEXOS</b>	

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla N°.</b>	<b>Descripción</b>	<b>pag.</b>
1	Niveles de factores en estudio.	45
2	Descripción del diseño factorial	45
3	Esquema del (adeva)	47
4	Formulación de la elaboración del pan con harina de trigo y papa china	58
5	Rendimiento de la papa china	59
6	Resultados de los análisis bromatológicos en la harina de papa china	60
7	Resultados de los análisis bromatológicos en harina de trigo	61
8	Resultados de los análisis bromatológicos en mezclas de harinas de trigo y papa china	61
9	Resultados de los análisis microbiológicos realizados en las mezclas de harina de trigo y papa china	62
10	Adeva de las pruebas sensoriales del atributo color del pan	63
11	Prueba de rangos de tukey para determinar los promedios de los tratamientos del atributo color	64
12	Adeva de las pruebas sensoriales del atributo olor del pan	65
13	Adeva de las pruebas sensoriales de sabor del pan	66
14	Prueba de rangos de tukey para determinar los promedios de los tratamientos del atributo sabor	66
15	Adeva de las pruebas sensoriales de textura en el pan	67
16	Prueba de rangos de tukey para determinar los promedios de los tratamientos del atributo textura	68
17	Adeva de las pruebas sensoriales de aceptabilidad en el pan	69
18	Prueba de rangos de tukey para determinar los promedios de los tratamientos del atributo aceptabilidad	69
19	Resultados de los análisis microbiológicos en el pan	71
20	Resultados de los análisis bromatológicos en el pan	72



## LISTA DE GRAFICOS

<b>Gráficos N°.</b>	<b>Descripción</b>	<b>pag.</b>
1.	Perfil de los tratamientos para color en los panes elaborados con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china	64
2.	Perfil de los tratamientos para el olor en los panes elaborados con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china.	65
3.	Perfil de los tratamientos para el sabor en el pan elaboradas con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china.	67
4.	Perfil de los tratamientos para la textura en los panes elaborados con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china.	68
5.	Perfil de los tratamientos para la aceptabilidad en el pan elaborados con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china.	70
6.	Resúmen de las cataciones del pan elaborado con mezclas de harinas de trigo y china.	71

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro N°.</b>	<b>Descripción</b>	<b>pag.</b>
1.	Composición química de la harina de trigo fortificada por cada 100 gr.	8
2.	Comparación del contenido alimenticio de hojas (100g de porción comestible, base fresca).	15
3.	Comparación del contenido alimenticio de la papa china (cormo) con tubérculos convencionales (100gr de porción comestible, base fresca)	15
4.	Composición química de 100gr. de papa china de porción comestible (uso humano).-base húmeda.	16
5.	Variación en la composición al pasar de trigo a harina	29
6	Ubicación geográfica	41
7	Parámetros climáticos	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexos N°.</b>	<b>Descripción</b>
A	Glosario
B	Ubicación del proyecto experimental
C	Planta de frutas y hortalizas de la universidad estatal de bolívar donde se realizo el experimento
D	Hoja de cataciones
E	Calificaciones de los catadores
F	Fotografías del proceso Producto elaborado Cataciones del producto Análisis microbiológico
G	Datos de los analisis bromatologicos
H	Normas de comparacion

## I. INTRODUCCION

El pan se define como un alimento básico, saludable y muy nutritivo para la humanidad desde la prehistoria formando parte importante de nuestra alimentación y cultura gastronómica. La elaboración del pan se hace con masas ácidas hecho con harina mezclada con agua y sal que, después de ser amasada y fermentada por la acción de la levadura, se cuece al horno con diversas formas y tamaños.

El trigo es uno de los cultivos más antiguos que se conocen y su historia se confunde con la agricultura. Se le cree originario de las zonas próximas a los ríos Tigris y Éufrates, en Asia occidental. De hecho, actualmente la mayor diversidad genética en trigos se encuentra en Irán, Israel y zonas limítrofes.

El cereal más utilizado para la elaboración del pan es el trigo, también se utiliza el centeno, la cebada, el maíz, el arroz. Existen muchos tipos de pan que pueden contener otros ingredientes, como grasas de diferentes tipos, huevos, azúcar, especias, frutas, verduras (como cebollas).

En el Ecuador 10 provincias de la sierra ecuatoriana, son las mayores productoras de trigo principalmente las Provincias de Bolívar con el 32%, Chimborazo con el 19.40 %, Imbabura con el 16 % y Pichincha con el 11 %. En el último reporte realizado en 1.993 se indica que existían alrededor de 35.000 hectáreas de trigo cultivadas pero por la falta de buenos precios y variedades con genética adecuada para superar las producciones ha disminuido el incentivo para consolidar la superficie del cultivo. **(Pastor, P .2008)**

La papa china dice que su cultivo se inició en el Sureste de Asia, entre Indonesia y la India, aunque se cree que es nativa de zonas boscosas de Africa Occidental. Su cultivo se extendió hacia el este por la Polinesia, Filipinas, China y Japón, **(Bustos. L, Rodríguez W, 2001).**



Se introdujo en América poco después de la llegada de los españoles, comprobado su mayor consumo humano, el año 1999, en el cual la superficie cultivada fue de 29,600 ha. Con una producción total de 216,054 millones de toneladas **(FAO)**.

La papa china conocida también como taro es un tubérculo conocido por pocas personas en el Ecuador. Actualmente, es producida y exportada a diversos países extranjeros, siendo utilizada en la elaboración de snacks (chifles), entre otros productos destinados al consumo humano.

En nuestro país, no existe ningún producto elaborado proveniente de la papa china, razón por la cual las personas desconocen de su valor nutricional, es rico en vitamina C, hierro, proteínas, carbohidratos, riboflavina, calcio, retinol y tiamina.**(Consejo provincial de Pastaza)**

En el Ecuador hay una estimación de la producción cosechada hasta el 2006, según sica en Cotopaxi con 22 toneladas métricas (Tm) en 6 hectáreas (Ha), Chimborazo con 366Tm en 136Ha, Bolívar con 1.93Tm en 524Ha, Cañar con 77Tm, en 41Ha, Azuay con 61Tm, en 29Ha, El Oro con 43Tm, en 19Ha, Sucumbíos con 16 Tm, en 12 Ha, Napo con 120Tm, en 28Ha, Pastaza con 58Tm, en 21Ha, y en Morona Santiago con 1308 Tm, en 398 Ha, **([http://www.sica.gov.ec/agro/docs/cuadro1ecuador\\_estimación\\_de\\_la\\_superfi%2006.htm](http://www.sica.gov.ec/agro/docs/cuadro1ecuador_estimación_de_la_superfi%2006.htm))**.

Las mayores extensiones de cultivo de este tubérculo se encuentran en las zonas de Santo Domingo de los Sachilas (Santo Domingo), Quevedo, Quinindé, Valencia, Mocache, Buena Fe (Los Ríos), El Carmen, Puerto Cayo (Manabí), Puerto Quito, Pedro Vicente Maldonado en la provincia de Pichincha, **(<http://www.monografias.com/trabajos11/ferme/ferme.shtml>)**.

Dentro del mercado de productos procesados la producción de harina de papa china, se presenta como una innovación tecnológica, considerando que los

tubérculos son muy nutritivos, contienen vitamina C, fibras vegetales, hierro, fósforo, calcio y además poseen características terapéuticas. **(Palomino C, 2010)**.

La obtención de harina de papa china para procesos de panificación y la utilización de niveles de trigo permitirá a las empresas agroindustriales la diversificación y la obtención de nuevos productos que demandan la población para mejorar nutrición y alimentación.

Se sustituyo cinco niveles de harina de papa china por la harina de trigo, para aprovechar sus bondades aplicando métodos técnicos en la elaboración del pan.

En la presente investigación se plantearón los siguientes objetivos:

- Determinar cuál de los cinco niveles de sustitución de harina de papa china por la harina de trigo es la mejor para la elaboración del pan.
- Caracterizar bromatológicamente y microbiológicamente la mezcla de las harinas obtenidas del mejor tratamiento.
- Determinar la calidad nutritiva sensorial del producto terminado para establecer el mejor tratamiento
- Realizar la relación costo/beneficio del mejor tratamiento.

## II. REVISION LITERARIA

### 2.1 EL TRIGO

El trigo (*Triticum vulgare* L.) en la zona central del país forman parte de los sistemas de producción de los pequeños y medianos productores, principalmente en rotación después del maíz asociado con fréjol. Se cultivan en las zonas agroecológicas de altitud baja y media (2200 a 2950 msnm).

#### 2.1.2 CLASIFICACION SISTEMATICA

REINO	Vegetal
CLASE	Angiosperma
SUBCLASE	Monocotiledòneas
ORDEN	Glumiflorales
FAMILIA	Gramíneas
GENERO	Triticum
ESPECIE	Vulgare L.

#### 2.1.3 ORIGEN

El origen del actual trigo cultivado se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Eufrates, habiendo numerosas gramíneas silvestres comprendidas en este área y están emparentadas con el trigo, desde el Oriente Medio el cultivo del trigo se difundió en todas las direcciones.

Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre hace más de doce mil años eran del tipo *Triticum monococcum* y *Triticum dicocccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar. (<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo3.htm>).

#### **2.1.4 DESCRIPCION BOTANICA**

La planta de trigo se ha convertido en el cereal de mayor importancia de todos los cultivos a nivel mundial. Para mejorar sus técnicas de explotación e incrementar el rendimiento es necesario conocer cada una de las partes que la conforman. El trigo es una especie anual, adaptada a distintos climas y suelos, y altamente productiva; constituye una notable fuente de proteínas e hidratos de carbono en la dieta humana. Es el cultivo alimenticio que ocupa más superficie en el mundo.

El trigo ha sido considerado en muchos países un alimento básico debido a sus múltiples nutrientes y propiedades y la extraordinaria calidad de su harina. Entre las propiedades del trigo destaca su gran aporte de fibra y su riqueza en antioxidantes. **(Ramírez, A. 2009).**

#### **2.1.5 IMPORTANCIA**

El trigo es probablemente el primer cereal que fue cultivado por la humanidad. Aún hoy sigue vigente como uno de los alimentos más básicos. El trigo es la planta más cultivada del mundo, llegando incluso a superar en cantidad a todas las demás especies de plantas productoras de semillas. Es la cosecha más importante en varios países de todo el mundo.

El grano tiene una membrana o envoltura llamada fibra formada por seis capas distintas y que es la parte más rica en celulosa, hierro, fósforo, calcio, magnesio, flúor, vitaminas del complejo B. Por eso es mejor comerlo integral.

En su interior se encuentra el germen o embrión del trigo que contiene proteínas, aceites, vitamina E y B. Se debe destacar la presencia del ácido graso llamado linoleico que actúa en los casos de exceso de colesterol en la sangre.

La industria molinera moderna elimina la cáscara y el germen, dejando solamente la parte interior. Las razones son de orden económico, las harinas refinadas no son

atacadas por gorgojos y polillas con la misma facilidad que las harinas integrales y por este motivo pueden almacenarse por mayor tiempo pero se pierde el valor alimenticio. (Moreno, I .2001).

### **2.1.6 PROPIEDADES DEL TRIGO**

- Es un alimento rico en hidratos de carbono que ayuda a obtener mucha energía.
- Su riqueza en fibra le hace ideal para tratar el estreñimiento o divertículos.
- Ideal para personas nerviosas o en período de estudios por su aporte en vitaminas B.
- Su contenido en lignanos (fitoestrógenos) reduce la posibilidad de sufrir cáncer de pecho, útero o próstata.
- El trigo tiene propiedades antioxidantes ya que es una buena fuente de Selenio y vitamina E, que protegen a nuestras células frente a los radicales libres.
- Muy recomendado en las enfermedades cardíacas por su riqueza en vitamina E que ayuda a que el colesterol no se oxide y bloquee las arterias. **Olmo M, (2009).**

### **2.1.7 PRODUCCION MUNDIAL**

La producción mundial de trigo en el 2008 alcanzó los 645 millones de toneladas, 41 millones más que el año pasado, y anuncia una recuperación del consumo de este cereal, hasta los 630 millones de ton, mientras que las reservas de trigo aumentarán en 14 millones de ton, hasta 128 millones, especialmente en EEUU. ([http://www." es.wikipedia.org/wiki/Harina](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Harina)).

### **2.1.8 PRODUCCION NACIONAL**

En el país se cultivan actualmente 28.890 ha aproximadamente, cuyos rendimientos están alrededor de 0.69 ton/ ha obteniendo 19.762 ton que corresponde al 4.05 % de las necesidades del país; éste rendimiento constituye en

la actualidad solamente un 15% de las producciones normales del cereal. **(Pastor, P. 2008).**

### **2.1.9 PRODUCCION LOCAL**

Este tonelaje está repartido en 10 provincias de la sierra ecuatoriana, siendo las mayores productoras principalmente las provincias de Bolívar con el 32%, Chimborazo con el 19.40%, Imbabura con el 16 % y Pichincha con el 11 %. En el último reporte realizado en 1.993 se indica que existían alrededor de 35.000 ha. De trigos cultivados pero por la falta de buenos precios y variedades con genética adecuada para superar las producciones ha disminuido el incentivo para consolidar la superficie del cultivo.

Anualmente, se estiman una superficie cultivada de 4.500 ha. Los rendimientos promedios están en 1000 kg/ ha. Dentro de las variedades de trigo cultivadas están: UEB-Carnavalero, según análisis del INIAP, es adecuado para la industria harinera, con un contenido de proteína de 13,6%, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)-Zhalao (2003), muestra un trigo de calidad aceptable para pastas o fideo, con 11,65% de proteína, INIAP- Cojitambo, con 12,05% de proteína, trigo no apto para panificación, Sibambe, tiene un rendimiento promedio de 2 ton/ha, cultivadas en los cantones Guaranda, Chimbo, San Miguel, Chillanes. **(Pastor, P. 2008).**

### **2.1.10 USOS**

Casi todo el trigo se destina a la fabricación de harinas para panificadoras y pastelería. En general, las harinas procedentes de variedades de grano duro se destinan a las panificadoras y a la fabricación de pastas alimenticias, y las procedentes de trigos blandos a la elaboración de masas pasteleras. El trigo se usa también para fabricar cereales de desayuno y, en menor medida, en la elaboración de cerveza, whisky y alcohol industrial. Los trigos de menor calidad y los subproductos de la molienda y de la elaboración de cervezas y destilados se

aprovechan como piensos para el ganado. Se destinan pequeñas cantidades a fabricar sucedáneos del café, sobre todo en Europa; el almidón de trigo se emplea como apresto de tejidos. (Microsoft Encarta. 2009).

En la cuadro 1, se presenta la composición química de la harina de trigo fortificada por cada 100 gr.

### 2.1.11 VALOR NUTRICIONAL

**Cuadro 1. COMPOSICION QUIMICA DE LA HARINA DE TRIGO FORTIFICADA POR CADA 100 Gr.**

Agua	12,0 g
Energía	361 kcal
Grasa	1, 5 g
Proteína	10,8 g
Hidratos de carbono	75, 1 g
Fibra	0,2 g
Fósforo	213 mg
hierro	3,5 mg
Vitamina C	0 mg
Vitamina A	0 mg
Vitamina B1 (Tiamina)	0,39 mg
Vitamina B2 ( Riboflavina)	0, 14 mg
Vitamina B3 (Niacina)	0, 0 mg

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición del Ecuador (2002)

### 2.2 LA PAPA CHINA

La papa china, también conocida como Taro, malanga, Dashen o Ñame, es considerada una de las especies de raíces y tubérculos con gran potencial en las zonas tropicales. Los cormos, denominación botánica del tallo subterráneo, se utilizan para la alimentación humana, animal y para diferentes usos industriales.

Es una especie poco conocida en Ecuador, sin embargo, se ha llevado a cabo investigación relativa a este cultivo desde 1988.

Forma parte de la dieta diaria de millones de personas alrededor del mundo, originalmente en África, Asia, Oceanía, y debido sobre todo a la fuerte inmigración a occidente recientemente en América y Europa.

Se enmarca dentro de los productos exóticos o no tradicionales, cuyo consumo mundial ha tenido un auge importante aprovechando el interés por parte de sectores crecientes de consumidores.

Existen varias regiones con las condiciones adecuadas para explotación y cultivo de papa china en Ecuador, lo que lo hace un producto con alto potencial para su implantación en el País, participando activamente en la reconversión de cultivos. (<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/raices/malanga/malang a.pdf> **Estudio de la Malanga**).

### **2.2.1 ORIGEN**

Varios autores coinciden que el origen de la papa china está en los trópicos americanos y específicamente en la zona de las Antillas, y que luego se trasladó al oeste del continente Africano.

Cuando los europeos llegaron al continente americano, encontraron este producto desde el sur de México hasta Bolivia.

Entre los países de América Central o del Sur, en la zona de las Antillas se ha encontrado la mayor cantidad de ecotipos (variedades) de este producto.



### **2.2.2 DATOS AGRONOMICOS**

#### **NOMBRE CIENTÍFICO**

Papa china (*Colocasia esculenta*).

### **2.2.3 CLASIFICACION BOTANICA**

Reino: Vegetal.

División: Embryophyta siphonograma.

Subdivisión: Angiospermas.

Clase: Monocotiledonea.

Orden: Spathyflorae.

Familia. Araceae.

Genero. Colocasia.

Especie: Colocasia esculenta.

### **2.2.4 NOMBRES COMUNES**

Yautía, tania (Puerto Rico; Trinidad-Tobago); macal (México); quiscamote (Honduras); tiquisque (Costa Rica); otó (panamá); okumo (Venezuela); uncucha (Perú); mangarito, mangareto (Brasil); gualuza (Bolivia); malangay (Colombia); taro, papa china, sango (Ecuador) y malanga (Cuba).

### **2.2.5 VARIETADES**

Existen dos variedades conocidas en el Ecuador la blanca y la lila o morada.

### **2.2.6 DESCRIPCION BOTANICA**

Pertenece a la familia de las aráceas comestibles, la que comprende los géneros: Colocasia, Xanthosoma, Alocasia, Cyrtosperma y Amorphophallus.

**Tamaño o porte.** Son plantas herbáceas, suculentas que alcanzan una altura de 1 a 3 metros, sin tallo aéreo. El tallo central es elipsoidal, conocido como cormo y rico en carbohidratos (18-30% en base fresca).

**Cormo.** Del cormo central se desarrollan cormelos laterales recubiertos con escamas fibrosas. El color de la pulpa por lo general es blanco, pero también se presentan clones coloreados hasta llegar al violáceo. (**Ministerio de Agricultura de Cuba, 1977**).

Según el clon, la forma varía de cilíndrica hasta casi esférica y el tipo de ramificación desde simple a muy ramificada. Presenta marcas transversales que son las cicatrices de la hoja con frecuencia con fibras y está cubierta por una capa corchosa delgada y suelta.

Internamente el cormo se divide en la zona cortical y el cilindro central. La primera es angosta, de apariencia compacta, está formada por parénquima de células isodiamétricas con alto contenido de almidón. En el cilindro central el tejido básico es parénquima, pero de células más irregulares y con paredes delgadas, constituidas principalmente por almidón. Estas características del almidón y el contenido de minerales y vitaminas hacen de los cormos de malanga una fuente de alimentos nutritivos y de alta digestibilidad. En el cilindro central se localizan también los haces vasculares, canales de mucílago y rafidios de oxalato de calcio. (**León. 1987**).

**Hojas.** Son por general de forma peltada; se producen en el meristemo apical del cormo y aparecen arrolladas por la base formando un pseudotallo corto. Las hojas nuevas salen enrolladas de entre los peciolos de las ya formadas y las laterales más viejas se marchitan y secan. En los primeros seis meses el área foliar se incrementa rápidamente, para luego mantenerse estable mientras aumenta el peso de los órganos subterráneos. El peciolo es cilíndrico en la base y acanalado en la parte superior, mostrando una coloración que varía según el clon. (**Jones, S. 1986**).

Es característica distintiva la presencia de líneas longitudinales amarillas o rosadas y de manchas o puntos rojizos a violáceos hacia la base. El peciolo se inserta en la parte media del limbo de la hoja del cual se directamente a los tres nervios principales; el ángulo que forma el peciolo con la lámina es característica varietal. En algunos clones la inserción del peciolo determina que la lámina tome una posición vertical y en otros inclinada. La proporción largo: ancho varía con el clon. De la inserción del peciolo parte el nervio central, que termina en el ápice de la hoja y dos nervios basales. El color varía de verde-claro y verde- púrpura. **(León. 1987).**

**Inflorescencias.** Dos o más inflorescencias emergen del meristemo apical del cormo, entre los peciolos de las hojas. Se forman de una hoja envolvente denominada espata que rodea el espádice. Son estructuras características de las aráceas. Del eje de éste último se insertan las flores sésiles. En la parte inferior lleva flores pistiladas las cuales no se desarrollan, se secan y desprenden. **(<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/raices/malanga/malang a.pdf> Estudio de la Malanga).**

### **2.2.7 ECOFISIOLOGIA**

La papa china es una planta netamente tropical. Para su desarrollo óptimo requiere las siguientes condiciones climáticas y de suelo.

**Altitud.** Se adapta desde el nivel del mar hasta 1500 msnm. **(Jiménez. 1988).**

**Precipitación.** Requiere de regímenes de lluvia altas (1800-2500 mm) y bien distribuidas; cuando existe insuficiente humedad en el suelo, las hojas se tornan amarillentas y se marchitan.

**Temperatura.** Debe haber temperaturas promedio no inferiores a 20°C, siendo la óptima entre 25-30 °C. Las temperaturas menores de 18°C detienen el crecimiento y se interrumpe la fotosíntesis. **(Mendoza. 1989).**

**Fotoperiodo.** El mejor desarrollo se alcanza con periodos de 11-12 horas luz. La luz influye sobre algunos aspectos morfológicos como el número de hojas y cormos, así como la altura de la planta.

**Tipo de suelo.** En cuanto al tipo de suelo, las plantas se adaptan más a aquéllos profundas, fértiles, con suficiente materia orgánica y bien drenada. Deben evitarse los suelos con alto contenido de arcilla o arena. El pH óptimo debe ser entre 5.5-6.5, aunque puede adaptarse a espectros de 4.5-7.5.

También puede desarrollarse en terrenos húmedos, lagunas, orillas de drenes y canales de riego donde no se desarrollan otros cultivos. El cultivo muestra problemas en suelos arenosos o pesados y mal drenados, así como en suelos rocosos y pedregosos ya que deforma el corno y se dificulta la cosecha. Los suelos muy pesados dificultan la emergencia de las plantas y el desarrollo de los cormos. **(Montaldo (1991)).**

Existen variedades que crecen bajo el agua (cultivos bajo inundación), en tanto que otras prefieren los suelos bien drenados (cultivos secos). **(<http://apps.fao.org/faostat> Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Ñame Malanga).**

### **2.2.8 COSECHA Y RENDIMIENTO**

La cosecha se realiza a los 10 meses de la siembra para la papa china blanca y a los 12 meses para la papa china morada. Antes de la cosecha es aconsejable visitar a las empacadoras para saber cuándo debe entregar el producto y los requerimientos de calidad exigibles en ese momento por el mercado.

La planta está lista para ser cosechada cuando las hojas inferiores se tornan amarillentas y cuando los cormelos se cierran en la parte superior. Aproximadamente, ocho días antes de sacar los cormos y cormelos del suelo, se procede a eliminar el follaje de la planta. La cosecha se realiza manualmente,

halando con fuerza a la mata, se extrae los cormos y cormelos del suelo y luego se clasifica separando los cormelos comerciales de los no comerciales.

Los rendimientos promedio son de 10 toneladas por hectárea, llegando a cosecharse hasta 30 Tm, en condiciones experimentales. **(Zavala, P. 2001).**

### **2.2.9 MANEJO POST- COSECHA**

Después de cosechados los cormos y cormelos se transportan en cajas plásticas a las empacadoras, en donde se procede a la segunda clasificación para separar los cormelos dañados (con heridas, golpeados o quebrados), muy pequeños, delgados y punteagudos, deformes o con lesiones de plagas. Luego de clasificados, se lava en agua con fungicida a base de cloro con 100 ppm. o con bactericida-fungicida, como el Benlate.

### **2.2.10 USOS**

Los cormos se utilizan para la alimentación humana, animal y para diferentes usos industriales, por sus contenidos nutrimentales, ya que con ella se preparan un sin número de platos: sopas, pastas, coladas, tortillas, panes, pasteles, y más. ([http://www.es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Libro&bookcmd=rendering&return\\_to=Colocasia+esculenta&collection\\_id=196aeb5db26d812f&writer=rl](http://www.es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Libro&bookcmd=rendering&return_to=Colocasia+esculenta&collection_id=196aeb5db26d812f&writer=rl)).

### **2.2.11 VALOR NUTRICIONAL**

La composición química de los cormos es alta en nutrientes disponibles, carbohidratos y proteína, además de ser altamente digestivo, por lo que se le considera un excelente alimento. Se consumen cocidos y como harina para diversos usos como frituras.

En el cuadro 2, se presenta la comparación del contenido alimenticio de hojas.

**Cuadro 2. COMPARACION DEL CONTENIDO ALIMENTICIO DE HOJAS (100g de porción comestible, base fresca)**

	<i>KCAL</i>	<i>PROTEINA (gr)</i>	<i>CALCIO (gr)</i>
Papa china	8.5	2.5	19.10
Camote	103	1.0	14.00
Papa	76	1.6	17.50
Yuca	121	1.0	28.20

Fuente:<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/raices/malanga/malanga.pdf>

En el cuadro 3, se presenta la comparación del contenido alimenticio de la papa china (cormo) con tubérculos convencionales.

**Cuadro 3. COMPARACION DEL CONTENIDO ALIMENTICIO DE LA PAPA CHINA (CORMO) CON TUBERCULOS CONVENCIONALES (100gr de porción comestible, base fresca).**

<i>ALIMENTO</i>	<i>PROTEÍNA</i>	<i>CALCIO</i>	<i>VITAMINA C</i>	<i>VITAMINICA A</i>
	<i>(grs)</i>	<i>(Mg)</i>	<i>(Mg)</i>	<i>(U.I)</i>
Papa china	4.4	268	142	29,385
Espinaca	2.9	66	40	1,067
Acelga	2.9	62	6	1,335

Fuente: Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, México.1999

En el cuadro 4, se presenta la composición química de 100gr. de papa china de porción comestible.

**Cuadro 4. COMPOSICION QUIMICA DE 100Gr. DE PAPA CHINA DE PORCION COMESTIBLE (Uso humano).-Base húmeda.**

	<i>UNIDAD</i>	<i>CRUDO</i>	<i>COCINADO</i>
Humedad	Gr	71.9	72
Proteína	Gr	1.7	1.0
Grasa	Gr	0.8	0.2
Carbohidratos	Gr	23.8	25.7
Fibra	Gr	0.6	0.4
Cenizas	Gr	1.2	0.7
Calcio	Mg	22.0	26.0
Fósforo	Mg	72.0	32.0
Hierro	Mcg/meq	0.9	0.6
Vitamina A	Mg	3	
Tiamina	Mg	0.12	0.08
Riboflavina	Mg	0.02	0.01
Niacina	Mg	0.6	0.4
Ácido ascórbico	Mg	6	
Energía	Mcal/Kg	38085	3892

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela. 1983

### 2.3 EL SECADO

El exceso de humedad contenida por los materiales puede eliminarse por métodos mecánicos (sedimentación, filtración, centrifugación). Sin embargo, la eliminación más completa de la humedad se obtiene por evaporación y eliminación de los vapores formados, es decir, mediante el secado térmico, ya sea empleando una corriente gaseosa o sin la ayuda del gas para extraer el vapor. (Knoule. 1968).

Esta operación se utiliza ampliamente en la tecnología química y es muy común que sea la última operación en la producción precedente a la salida del producto resultante. **(Kasatkin. 1985).**

Es evidente que la eliminación de agua o en general de líquidos existentes en sólidos es más económica por acción mecánica que por acción térmica. La dificultad de los medios mecánicos surge cuando los productos finales y gran número de productos intermedios deben cumplir especificaciones rigurosas en cuanto a la humedad final. Habitualmente una centrífuga trabajando con grandes cargas de sólido húmedo dejará humedades en torno al 10-20 %, aunque en casos excepcionales como la sal común o cloruro sódico se puede alcanzar el 1 %. **(Perry, J. 2004).**

La operación de secado es una operación de transferencia de masa de contacto gas- sólido, donde la humedad contenida en el sólido se transfiere por evaporación hacia la fase gaseosa, en base a la diferencia entre la presión de vapor ejercida por el sólido húmedo y la presión parcial de vapor de la corriente gaseosa. Cuando estas dos presiones se igualan, se dice que el sólido y el gas están en equilibrio y el proceso de secado cesa. **(Programa del Partido Comunista de Cuba. 1999).**

### **2.3.1 SECADOR DE BANDEJAS**

Son los más antiguos y aún los más utilizados. Consisten de una cabina en el que el material a secar se esparce en bandejas (4-20). Cada bandeja puede ser de forma cuadrada o rectangular con un área que en promedio es de 1.25m<sup>2</sup>; se recomienda esparcir el material hasta una altura máxima de 1.5 cm. El secado puede durar hasta dos días dependiendo del tipo de material y su contenido de humedad. **(Abucci, S. 1998).**



### 2.3.2 VENTAJAS

- Cada lote del material se seca separadamente.
- Se pueden tratar lotes de tamaños desde 10 hasta 250 kg.
- Para el secado de materiales no necesita de aditamentos especiales.

Estos equipos tienen dos variaciones, una de secado directo en el cual el aire caliente es forzado a circular por las bandejas. La otra de secado indirecto, donde se utiliza el aire caliente proveniente de una fuente de calor radiante dentro de la cámara de secado y una fuente de vacío o un gas circulante para que elimine la humedad del secador.

Las bandejas pueden ser de fondo liso o enrejado. En estas últimas, el material se debe colocar sobre un papel, tela o fibra sintética especial donde la circulación del aire caliente fluye sobre el material desde arriba hasta abajo. El material de soporte debe facilitar la limpieza y prevenir la contaminación del producto. En el secador la temperatura y el flujo deben ser muy uniformes. En general la velocidad de flujo recomendada para 100 Kg. del material es de 200 pies/min.

Los granulados obtenidos en este secador son más densos, duros e irregulares que los obtenidos en por lecho fluidizado, ya que éstos tienden a ser más porosos, menos densos y más esféricos.

La desventaja de estos equipos es que algunos colorantes y ciertos fármacos solubles en agua tienden a migrar desde el centro del gránulo hasta la superficie durante el secado.

La fuente energética de estos secadores ser vapor, electricidad, o hidrocarburos como carbón, petróleo, aceite y gas. Estos dos últimos calientan mucho más y son de bajo costo de funcionamiento, pero tienen el inconveniente de contaminar el producto y producir explosiones. Los secadores que funcionan con vapor son más baratos que los eléctricos y se aconsejan para equipos grandes. **(Guerra, D.1979).**

## **2.4 LA HARINA DE TRIGO**

Es una sustancia pulverulenta que se obtiene tras moler de forma muy fina granos de trigo. Los productos molidos que se extraen de otros granos, como el centeno, el trigo sarraceno, el arroz y el maíz, así como los obtenidos de plantas como la patata, reciben también el nombre de harinas, pero el uso inespecífico del término hace referencia a la harina elaborada a partir del trigo común.

La harina contiene entre un 65 y un 70% de almidón, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, de un 9 a un 14%, de proteínas; las principales son la gliadina y la gluteína, que constituyen aproximadamente un 80% del contenido en gluten. La celulosa, los lípidos y el azúcar representan menos de un 4 %. **Combelli, R (1952).**

### **2.4.1 HISTORIA DE LA HARINA DE TRIGO**

Históricamente se usaban tanto los molinos manuales como los grandes. Hasta los tiempos modernos, la harina podía contener pequeñas cantidades de arenilla, tanto por no limpiar bien el grano como por desgaste de las piedras del molino. Esta arenilla resultaba abrasiva para los dientes.

La forma más antigua de moler consistía en usar un par de piedras manejadas manualmente. Después, los molinos tradicionales estaban accionados por agua o por el viento, como los clásicos Molinos de viento de La Mancha, que aparecen en el Quijote, o los de Holanda. También se usaron animales para accionar molinos. (<http://www.es.wikipedia.org/wiki/Harina>).

## 2.4.2 LOS SECRETOS DE LA HARINA FORTIFICADA

Desde hace tiempo Grupo Bimbo utiliza en la preparación de todos los productos elaborados a base de harina de trigo, Harina fortificada con vitaminas y minerales. Esto nos da la ventaja que cada vez que consumimos estos productos su valor nutrimental mejore.

La gran variedad de panes de caja, panes dulces, las tortillas de harina, las galletas, además de deliciosos nos aportan ciertas vitaminas y minerales que nosotros muchas veces ni imaginamos.

Los componentes que estos nutrimentos tienen:

- **Niacina o Vitamina B3.-** Pertenece al grupo de las vitaminas B. Su función más importante es la de cooperar en la utilización de la energía proveniente de los hidratos de carbono, proteínas y lípidos. Su deficiencia en los primeros periodos puede producir debilidad muscular, anorexia, indigestión y erupciones en la piel. Su deficiencia severa provoca una enfermedad llamada pelagra que se caracteriza por dermatitis, demencia y diarrea.

El pan es una fuente muy importante de energía por lo que al tener además Niacina, esta ayuda para que esta energía sea bien utilizada.

- **Hierro.-** El hierro es un mineral indispensable, que no debe faltar en nuestras dietas, sin embargo, hoy se sabe gracias a la última Encuesta Nacional de Nutrición que en nuestro país hay serias deficiencias de este nutrimento.

Tiene funciones importantísimas ya que es el encargado de transportar oxígeno al cerebro, ayuda en las funciones del sistema inmune, en las funciones cognitivas, es decir, a pensar, aprender, memorizar, etc.

Su deficiencia se conoce como Anemia y sus síntomas son fatiga, palidez y dificultad para concentrarse, entre las más importantes.

- **Zinc.-** Este micro nutriente es de gran importancia ya que tiene funciones tan importantes como ayudar en el crecimiento de los tejidos, a la reproducción de las células, ayuda con la utilización de hidratos de carbono, proteínas y lípidos y ayuda a protegernos de las enfermedades.

Su deficiencia durante la niñez está relacionado con un crecimiento deficiente y durante el embarazo con defectos en el bebé, algunos otros síntomas son pérdida de apetito, cambios en la piel y reduce la resistencia a las enfermedades.

- **Tiamina o Vitamina B1.-** Esta vitamina también pertenece a la familia de las vitaminas B. Su función primordial es ayudar en la generación de energía por el cuerpo, indispensable para la realización de todas nuestras actividades.

Su deficiencia produce fatiga, músculos débiles y daños en el sistema nervioso. En caso severo aparece una enfermedad llamada beriberi, que gracias a la adición de esta vitamina a las harinas es raro que se produzca.

- **Riboflavina o Vitamina B2.-** Como se puede ver esta vitamina también pertenece a la familia de las vitaminas B. Esta vitamina nos ayuda a que todas las células de nuestro cuerpo puedan producir energía, también juega un papel muy importante en el metabolismo de las proteínas.

Su deficiencia es muy rara, y más ahora que la podemos encontrar en productos elaborados con harinas enriquecidas.

- **Ácido Fólico.-** Esta vitamina es muy conocida por su necesidad durante el embarazo ya que su deficiencia produce defectos severos en el tubo neural del bebe, si bien esto es cierto esta vitamina es de suma importancia para todos. Esta vitamina tiene funciones tan importantes como formar hemoglobina en los glóbulos rojos, proteger contra enfermedades cardiacas, ayuda en la reproducción de las células del cuerpo, etc.

Su deficiencia afecta la reproducción y crecimiento de las células, y puede provocar anemia.

Esto es una razón más para que al consumir estos productos, además de disfrutar de su delicioso sabor, sepamos que están contribuyendo con nuestra buena nutrición. (<http://www.grupobimbo.com.mx/nutrición/indexart>).

La fortificación de harinas es entonces una estrategia para mejorar el estado nutricional de la población, al ser un alimento de consumo masivo y un excelente vehículo para agregar nutrientes, como medio para el control y disminución de las anemias por deficiencia de nutrientes. (<http://www.presidencia.gub.uy>).

### **2.4.3 COMPOSICION QUIMICA**

La harina de trigo contiene en su mayor parte almidón, un 70 %, entre un 9 y un 12% de proteínas, un 1,5 % de grasas, hasta un 15% de agua en el momento del envasado y distintos minerales como potasio y ácido fosfórico. Los porcentajes están regulados por ley.

### **2.4.4 HARINAS DE FUERZA Y HARINAS FLOJAS.**

Las harinas de fuerza o gran fuerza provienen de granos de trigo duro, generalmente de especies exóticas o especiales. También se les llama harinas de primavera porque es la época de siembra de estos trigos, o también harina flor,

puesto que necesitan un tipo especial de molienda, en la que solo se utiliza la parte central del grano.

Las harinas flojas, también se conocen como harinas de invierno o harinas candeales, proceden de granos de trigo blanco cuya época de siembra es el invierno. (<http://www.gebirg.com/Panaderia/harinas.htm>).

#### **2.4.5 ELABORACION DE LA HARINA**

La harina se obtiene moliendo los granos entre piedras de molino o ruedas de acero. En la actualidad se muele con maquinaria eléctrica, aunque se venden pequeños molinos manuales y eléctricos.

En el proceso de la molienda se separa el salvado y por lo tanto, la harina de trigo se hace más fácilmente digerible y más pobre en fibra, además se separa la aleurona y el embrión por lo que se pierden proteínas y lípidos, principales causantes del enranciamiento de la harina.

El polvo de harina en suspensión es explosivo, como cualquier mezcla de sustancia inflamable finamente pulverizada y aire. Algunas de las peores tragedias civiles por explosiones se han dado en molinos de harina.

#### **2.4.6 OBTENCION DE HARINA DE TRIGO**

- ✓ Limpieza preliminar de los granos, mediante corrientes de aire que separan el polvo, la paja y los granos vacíos.
- ✓ Escogido de los granos, mediante cilindros cribados que separan los granos por su tamaño y forma.
- ✓ Despuntado y descascarillado, en esta fase se eliminan el embrión y las cubiertas del grano.
- ✓ Cepillado de la superficie de los granos, para que queden totalmente limpios.

- ✓ Molturación, finalmente se pasa a la molienda por medio de unos rodillos metálicos de superficies ásperas o lisas, que van triturando el grano y obteniendo la harina.
- ✓ Refinado, una vez obtenida la harina pasa a través de una serie de tamices que van separando las diferentes calidades de la harina.

Después de la recolección y la trilla que separa la paja del grano de trigo, éste habitualmente se lava y se empapa con agua de modo que su núcleo se rompa adecuadamente.

A continuación en la operación de la molienda, se desmenuza el grano y se hace pasar a través de un conjunto de cilindros apisonadores. Cuando las partículas de menor tamaño han sido cribadas, se introducen las más gruesas a través de nuevos rodillos. La operación se repite hasta conseguir una harina blanca que posee un índice de aprovechamiento medio del 72% respecto de la cantidad inicial de grano. Cuando el porcentaje global extraído supera esta cifra, se obtienen las denominadas harinas integrales y oscuras, que contienen la cáscara del grano además de su meollo. La harina blanca soporta mejor largas temporadas de almacenamiento en silos, al no poseer un alto contenido en aceites vegetales.

## **2.4.7 CLASIFICACION DE LA HARINA DE TRIGO**

Según las diversas propiedades de la harina, se establece la siguiente clasificación:

### **2.4.7.1 HARINA INTEGRAL**

La harina integral resulta de la molturación del grano de trigo, maduro, sano y seco, industrialmente limpio, sin separación de ninguna parte de él, es decir, con un grado de extracción del 100%.

#### **2.4.7.2 HARINA INTEGRAL DE TRIGO DESGERMINADO**

Se trata del producto resultante de molturar el grano de trigo maduro, sano y seco, industrialmente limpio, al que se le ha eliminado sólo el germen.

#### **2.4.7.3 MEZCLA DE HARINAS**

Es la resultante de la mezcla de harinas de diferentes cereales. En el envase figurará la especificación cuantitativa y cualitativa de las harinas que la integran.

#### **2.4.7.4 HARINA ACONDICIONADA**

Las características organolépticas, plásticas y fermentativas de esta harina se modifican o complementan para mejorarla mediante tratamientos físicos o adición de productos debidamente autorizados. En el envase figurará la leyenda harina acondicionada, seguida del nombre del cereal del que proceda, la fecha de envasado y referencia numérica de la autorización para realizar el acondicionamiento.

#### **2.4.7.5 HARINA ENRIQUECIDA**

Se trata de la harina a la que se ha añadido alguna sustancia que eleve su valor nutritivo, con el fin de transferir esta cualidad a los productos con ella elaborados.

#### **2.4.7.6 HARINA PARA REBOZAR**

Es la harina acondicionada por adición de determinadas sustancias, debidamente autorizadas, y que se utilizan en la condimentación de alimentos.



#### **2.4.7.7 HARINA ALTERADA**

Se considera como alterada, averiada y enferma la harina que tenga olor anormal, sabor ácido o aquélla cuyo gluten presente propiedades anormales.

#### **2.4.7.8 HARINA DE FUERZA**

Es la harina de extracción T-45 y T-55, exclusivamente, procedente de trigos especiales.

#### **2.4.7.9 SEMOLA Y SEMOLINA**

Son los productos fundamentalmente constituidos por endospermos de estructura granulosa, procedentes de la molturación del trigo, industrialmente limpio. Se clasifican según su granulosidad en estos grupos:

- **Sémola gruesa:** sus gránulos tienen un diámetro superior a seis décimas de milímetro.
- **Sémola fina:** el diámetro de sus gránulos está comprendido entre cuatro y seis décimas de milímetro.
- **Semolina:** sus gránulos tienen un diámetro comprendido entre dos y cuatro decimas de milímetro.

Podemos distinguir, asimismo, una sémola de boca o de consumo directo, una sémola industrial, una semolina de trigo duro y otra semolina de trigo blando.

#### **2.4.7.10 HARINA ESPECIAL**

La harina se obtiene mediante procesos especiales de elaboración, existen varias modalidades:

- **Harina malteada:** -se- elaborada a partir de cereales que hayan sufrido un malteado previo. A su vez, se clasificará según el contenido en almidón soluble en agua.
  
- **Harina dextrinada:** es aquella que por tratamiento térmico, o por adición de una pequeña cantidad de ácido no perjudicial, contiene dextrina. La dextrina es el producto que resulta de la fécula de patata o de maíz mediante un tratamiento técnico.
  
- **Harina preparada:** la mezcla de harinas especiales con productos lácteos y otras sustancias nutritivas.
  
- **Harina de yuca:** procede de la molienda de la pulpa de yuca, lavada y deshidratada.

#### **2.4.7.11 CLASES DE HARINA PARA PAN**

- ✓ Harina integral: es aquella que contiene todas las partes del trigo.
- ✓ Harina completa: solo se utiliza el 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.

#### **2.4.8 CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS Y FISICO-QUIMICAS DE LAS HARINAS**

La harina presenta una consistencia característica debido a su carácter pulverulento. Además, tiene la propiedad de quedarse pegada a las superficies con las que entra en contacto. Su olor y sabor tienen relación con los de los cereales de los que procede: el color es blanco-amarillento cuando procede de endospermo puro o casi puro, pero si la fracción de extracción supera entre un 72% a un 74%,

el color se deteriora rápidamente al incorporar otros constituyentes además del endospermo.

La ligera tonalidad amarillenta de la harina recién extraída se debe a la presencia de pigmentos carotenoides del tipo xantofila y sus esteres en el endospermo. Si la harina se almacena durante un período de tiempo prolongado, el oxígeno va destruyendo dichos pigmentos, con lo que la blancura y el aspecto mejoran considerablemente. Para acelerar este proceso, la industria harinera emplea diversas sustancias blanqueantes de las cuales, la que más se utiliza es el peróxido de benzoilo, que se añade en forma de polvo seco y actúa en un par de días. El cloro gaseoso o alguno de sus derivados nitrogenados también producen una harina muy blanca en pocos instantes. El cloro es perjudicial en las harinas para panificación y destruye parte de la vitamina E, aunque es beneficioso en las harinas de repostería.

También se pueden incorporar a la harina compuestos que aceleran su maduración como el bromuro potásico, el iodato potásico, la azocarbonamida el peróxido de acetona o el dióxido de cloro. La humedad de la harina gira en torno al 12% o 13%.

#### **2.4.9 CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE LAS HARINAS**

La composición nutricional de la harina depende del tipo de que se trate. Los valores que damos aquí son aplicables a la harina blanca obtenida del molturado del endospermo del trigo.

En el cuadro siguiente es posible comprobar la disminución generalizada en la composición nutricional; solo el aporte hidrocbonato experimenta un sensible aumento. Sin embargo la fibra desaparece casi por completo y, con ella, la mayor parte de las vitaminas y de los minerales que contiene.

En el cuadro 5, se aprecia la composición química de 100gr. de papa china de porción comestible.

**Cuadro 5.VARIACION EN LA COMPOSICION AL PASAR DE TRIGO A HARINA**

<b>Componente</b>	<b>Trigo</b>	<b>Harina de 70% de extracción</b>
Ceniza, %	1,55	0,4
Fibra, %	2,17	Trazas
Proteína, %	13,9	12,9
Aceite, %	2,52	1,17
Almidón, %	63,7	70,9
Tiamina, mg/g	3,73	0,70
Riboflavina, mg/g	1,70	0,70
Niacina, mg/g	55,6	8,50
Hierro, mg/g	3,08	1,42
Sodio, mg/g	3,2	2,2
Potasio, mg/g	316	83
Calcio, mg/g	27,9	12,9
Magnesio, mg/g	143,0	27,2
Cobre, mg/g	0,61	0,18
Cinc, mg/g	3,77	1,17
Fósforo total, mg/g	350	98
Fósforo de filato, mg/g	345	30,4
Cloro, mg/g	39,0	48,4

**Fuente: Instituto Nacional de nutrición.2002**

Para evitar las carencias vitamínicas y minerales, toda la harina casera y el pan de panadería se enriquecen con las vitaminas tiamina, riboflavina y niacina, y con sales minerales de hierro. (Larrañaga Juan, 2004).

#### **2.4.10 HARINA DE PAPA CHINA**

Es el producto finamente triturado que resulta de la molturación del grano de papa china maduro, sano, pelado y secado en hojuelas e industrialmente limpio y los pasos que se siguen para obtener la harina son:

- ✓ Recepción de la materia prima. Se receptorá la papa china previamente seleccionado y clasificado.
- ✓ Limpieza. Se limpiará todo tipo de impurezas existente en la materia prima para que la misma no afecte en la calidad de las harinas.
- ✓ Pesado. Se hará el primer pesado de la materia prima en una balanza para realizar el balance de materia.
- ✓ Pelado. Una vez lavado la papa china se pelará con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.
- ✓ Cortado o picado. El cortado de la papa china se lo realizará con un cortador manual, en rodajas muy finas de 0.3centímetros aproximadamente, la cual facilitará la deshidratación.
- ✓ Pesado. Se pesará papa china pelada para determinar la cantidad de humedad que este tiene, para obtener el peso inicial y relacionar con el peso final.
- ✓ Secado o deshidratado. Se procederá a colocar las rodajas de papa china en las bandejas del secador, el mismo que se lo colocará en forma ordenada e individual ya que de esta manera se podrá eliminar el agua del producto más rápido y de manera eficaz, a una temperatura de 36°C y un tiempo de 3.5 horas aproximadamente.
- ✓ Una vez puesto el producto en las bandejas se procederá a colocarlo en el secador y este a su vez debe ser intercalada en un determinado tiempo, ya que de esta manera ayudará hasta llegar a la temperatura optima de secado.
- ✓ Pesado. Una vez deshidratado la papa china se pesará por segunda ocasión para verificar la cantidad de humedad eliminada del producto, obteniendo así el peso final y poder calcular el porcentaje de humedad existente.
- ✓ Molido. La papa china deshidratada se molerá en un molino de manual con una graduación de 180 micras ( $\mu m$ ).
- ✓ Enfundado. La harina de panificación obtenida se llenará en fundas de polietileno, para evitar que esta absorba la humedad del ambiente, y mantenga sus propiedades nutritivas sin alteración alguna.
- ✓ Almacenado. Las harinas enfundadas se codificarán y almacenará en un lugar libre de humedad y contaminación.

## 2.5 ELABORACION DE PAN

La elaboración del pan se hace con masas ácidas que son cultivos mixtos de bacterias ácido láctico y levaduras que crecen de manera espontánea en los cereales. Estas bacterias fermentan los azúcares formando ácido acético, etanol, ácido láctico y CO<sub>2</sub> dependiendo de la especie. Las levaduras también contribuyen a la formación de gas con la fermentación del azúcar a etanol y CO<sub>2</sub>.

Los ácidos proporcionan al producto el sabor, mientras que los azúcares fermentables y la fracción de bacterias lácticas y levaduras que son productoras de gas son responsables de la porosidad y ligereza de la masa.

### 2.5.2 COMPONENTES CARACTERISTICOS DE LA HARINA PARA EL PAN

- **Carbohidratos:** formado por compuestos químicos como el C, H, O. Constituyen la mayor parte del endospermo.
- **Proteínas: son sustancias nitrogenadas y se clasifican:**
  - Proteínas solubles: existen en poca en el grano de trigo.
  - Insolubles: son las que forman el gluten.
- **Gluten**

Es la sustancia tenaz, gomosa y elástica que se forma en la masa mediante la adición del agua. El gluten se forma por la unión entre otras de las proteínas gliadina y glutenina.

- Gliadina: es pegajosa y le da al gluten su cualidad adhesiva.
- Glutenina: le da tenacidad y fuerza. Estas dos proteínas son las que regulan la propiedad de retener el gas.
- Calidad del gluten:

Se mide por:

- Capacidad de absorción y retención del agua.
- Capacidad de retener el gas carbónico.
- La humedad tiene que estar alrededor de 14%.
- Tiene que haber presencia de cenizas (material mineral).

### **2.5.3 CARACTERISTICAS DE LA HARINA**

- Color: el trigo blando produce harinas blancas o blanco cremoso.
- Extracción: se obtiene después del proceso de molienda. Por cada 100 kg de trigo se obtiene 72 a 76 kg de harina.
- Fuerza: es el poder de la harina para hacer panes de buena calidad.
- Tolerancia: se le denomina al tiempo transcurrido después de la fermentación ideal sin que la masa sufra deterioro notable.
- Absorción: es la propiedad de absorción de la mayor cantidad de agua. Las harinas hechas de trigo con muchas proteínas son los que tienen mayor absorción.
- Maduración: las harinas deben ser maduradas o reposar cierto tiempo.
- Blanqueo: las harinas pueden ser blanqueadas por procedimientos químicos.
- Enriquecimiento: con vitaminas y minerales.

### **2.5.4 INGREDIENTES DEL PAN**

#### **2.5.4.1 AGUA**

El tipo de agua a utilizar debe ser alcalina, es aquella agua que usualmente utilizamos para beber. Cuando se amasa harina con la adecuada cantidad de agua, las proteínas gliadina y glutenina al mezclarse forman el gluten unidos por un enlace covalente que finalmente será responsable del volumen de la masa.

Funciones del agua en panificación:

- ✓ Formación de la masa: el agua es el vehículo de transporte para que los ingredientes al mezclarse formen la masa. También hidrata el almidón que junto con el gluten dan por resultado la masa plástica, suave y elástica.
- ✓ Fermentación: para que las enzimas puedan actuar hace falta el agua para que puedan difundirse a través de la pared o la membrana que rodea la célula de levadura.

El agua es el que hace posible la propiedad de plasticidad y extensibilidad de la masa, de modo que pueda crecer por la acción del gas producido en la fermentación.

- ✓ Efecto en el sabor y la frescura: el agua hace posible la porosidad y el buen sabor del pan.

#### **2.5.4.2 SAL**

Es un compuesto químico formado por Cl y Na.

Características de sal a utilizar:

- Granulación fina, poseer una cantidad moderada de yodo para evitar trastornos orgánicos, garantizar una pureza por encima del 95% y sea blanca (yodo 0.004).

Funciones de sal en panificación

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



### **2.5.4.3 AZUCAR**

Compuesto químico formado por C, H, O. En panificación se utiliza la sacarosa o azúcar de caña.

Funciones del azúcar en la panificación:

- Sirve de alimento para la levadura.
- Ayuda a una rápida formación de la corteza del pan debido a la caramelización del azúcar permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del pan para que pueda cocinarse y también para evitar la pérdida del agua.
- El azúcar es higroscópico, absorbe humedad y trata de guardarse con el agua. Le da suavidad al producto.

### **2.5.4.4 LECHE**

Se utiliza la leche en polvo. Debido a:

- Fácil almacenamiento, sin refrigeración,
- Fácil manejo para pesar y controlar.

Funciones de la leche:

- Da color a la corteza (lactosa se carameliza).
- La textura del pan con la leche es más suave.
- Mejora el sabor del pan.
- Eleva el valor nutritivo del pan.
- Aumenta la absorción del agua.
- Aumenta la conservabilidad ya que retiene la humedad.

#### **2.5.4.5 GRASAS**

Según su origen las grasas se dividen en:

- Manteca o grasa de cerdo: brindan un buen sabor al pan.
- Mantequilla: es la grasa separada de la leche por medio del batido.
- Aceites vegetales: se obtienen sometiendo las semillas a un proceso de prensado (girasol, maní, ajonjolí etc).

Características de las grasas

- Elasticidad, que es la dureza o labrabilidad.
- Punto de cremar, es la propiedad de incorporar aire en el proceso de batido fuerte, en unión con azúcar o harina.
- El punto de fusión, es la temperatura por la que es transformada al estado líquido.

Función de la grasa en panificación

- Mejora la apariencia, produciendo un efecto lubricante
- Aumenta el valor alimenticio, las grasas de panificación suministran 9.000 calorías por kilo.
- Mejora la conservación, la grasa disminuye la pérdida de humedad y ayuda a mantener fresco el pan.

#### **2.5.4.6 LEVADURA**

Se utiliza en panificación *saccharomyces cereviseae*.

Requisitos de la calidad de la levadura:

- Fuerza, es la capacidad de gasificación que permite una fermentación vigorosa.

- Uniformidad, la levadura debe producir los mismos resultados si se emplean las mismas cantidades.
- Pureza, evitar la ausencia de levaduras silvestres.
- Apariencia, debe ser firme al tacto y al partir no se desmorona mucho, debe demostrar algo de humedad.

Funciones de la levadura en panificación:

- Hace posible la fermentación, la cual de alcohol y gas carbónico.
- Aumenta el valor nutritivo al suministrar el pan proteína suplementaria.
- Convierte a la harina cruda en un producto ligera.
- Da el sabor característico al pan.

Necesidades de la levadura:

Para actuar la levadura necesita

- Azúcar, como fuente de alimento.
- Humedad, sin agua no puede asimilar ningún alimento.
- Materias nitrogenadas, necesita nitrógeno y lo toma de la proteína de la harina.
- Minerales, la levadura necesita sales minerales para una actividad vigorosa.
- Temperatura adecuada, mantenerlo refrigerado hasta el momento de su uso.

Las enzimas de la levadura:

Las enzimas de la levadura actúan como catalizadores en la fermentación ayudando a la conversión de algunos azúcares compuestos a azúcares simples y fácilmente digeribles por la levadura. Las enzimas que hay en la levadura son las siguientes:

Proteasa, ablanda el gluten actuando sobre la proteína.

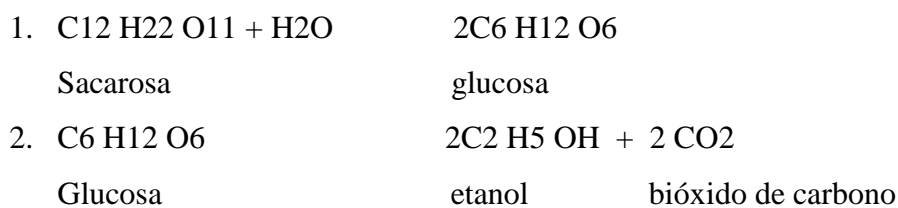
Invertasa, actúa sobre los azúcares compuestos.

Maltasa, actúa sobre la maltosa.

Zimasa, actúa sobre los azúcares simples.

Caso típico de acción de la levadura de pan

La levadura libera dos enzimas: invertasa o sacarasa y la zimasa.



## 2.5.5 PROCESOS DE LA PANIFICACION

### 1. Amasado:

- Medir cuidadosamente todos los ingredientes.
- Añadir el agua la sal, azúcar, malta, leche y revolver hasta crear una especie de masa.
- Añadir la harina.
- Agregar la levadura disuelta.
- Agregar la manteca.
- Mezclar hasta que la masa este uniforme. Se tiene que lograr una distribución uniforme de todos los ingredientes y formar y desarrollar el gluten.

### 2. Fermentación

Comprende todo el tiempo transcurrido desde la mezcla hasta que el pan entre al horno (a una temperatura de 32 a 35 grados centígrados).

Existen 4 tipos de fermentación:

- Fermentación alcohólica o fermentación de levadura, su temperatura ideal es de 26°C.

En la fermentación alcohólica se tiene 2 puntos importantes que son la producción y retención de gas.

Factores que influyen en la retención de gas:

- Suministro adecuado de azúcares.
- Aumento en la concentración de la levadura.
- Temperatura adecuada 26 a 27°C.

Factores que reducen la producción de gas:

- Exceso de sal.
- Temperaturas excesivamente altas o bajas.
- Cantidades inadecuadas de levaduras.
- Fermentación corta.

Otras fermentaciones:

- Fermentación acética, el alcohol producido en la fermentación alcohólica reacciona en presencia de la bacteria del ácido acético. La temperatura ideal para este tipo de fermentación es de 33 °C.
- Fermentación láctica, la lactosa en presencia de la bacteria del ácido láctico, produce un azúcar simple que se transforma en lactosa, glucosa y ácido láctico.
- Fermentación butírico, el ácido láctico es transformado en ácido butírico, este se produce a 40 °C.

### 3. Horneo

El objetivo del horneo es cocer la masa, transformarla en un producto apetitoso y digerible. La temperatura adecuada para la cocción del pan es de 190 y 270 °C.

Cambios durante la cocción:

- Aumenta la actividad de la levadura y produce grandes cantidades de CO<sub>2</sub>.
- A una temperatura de 40 °C, las células de las levaduras inactivan y cesa todo aumento de volumen.
- A los 55 °C la levadura muere.
- Algunas de las células de almidón explotan comenzándose en jalea. La diastasa transforma el almidón en maltosa.
- Al llegar a 77 °C cesa la acción de la diastasa.
- Entre los 50 y 80 °C las proteínas del gluten se modifican.

Empieza la caramelización de la capa externa del pan desde los 110 a 120°C. A los 200 °C. <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo2.shtml>.

### 4. 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 ha de ser limitado. 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.

## **5. Empaquetado y conservación**

La sala de empaquetado ha de estar entre 6 y 8° C si la temperatura es superior a ésta, existirá una condensación que se transforma más tarde en escarcha. El empaquetado ha de hacerse en sacos de plásticos y cajas de cartón y almacenar entre 18° - 20°C. Se recomienda no empaquetar el pan caliente, ni húmedo por haberlo enfriado en tablero sin transpiración. Es muy frecuente enfriar el pan sobre tableros o superficies lisas sin transpiración, lo ideal es enfriarlo sobre una malla metálica o rejilla para que no se humedezca.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 MATERIALES

##### 3.1.1. UBICACION

El presente trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar que está ubicado en la parroquia Guanujo sector Alpachaca, avenida Ernesto Che Guevara s/n y avenida Gabriel Secaira Vía Ambato, ciudad de Guaranda, Provincia Bolívar.

**Cuadro 6. UBICACION GEOGRAFICA**

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Guanujo
Universidad	Universidad Estatal de Bolívar
Dirección	Av. Ernesto Che Guevara y Gabriel Secaira s/n

##### 3.1.2. SITUACION GEOGRAFICA Y CLIMATICA

**Cuadro 7. PARAMETROS CLIMATICOS**

Altitud	2800 m.s.n.m
Latitud	01°34'15" sur
Longitud	79°0'02"
Temperatura media anual	14.5°C
Temperatura máxima	21 °C
Temperatura mínima	7 °C
Humedad	70%

Fuente: Estación Meteorológica Facultad de Ciencias Agropecuarias UEB, (2009).



### **3.1.3 MATERIAL EXPERIMENTAL**

En la presente investigación se utilizó el siguiente material experimental:

- ✓ Harina de trigo (HT)
- ✓ Harina de papa china (HPCH)

### **INGREDIENTES**

- ✓ Agua
- ✓ Sal
- ✓ Azúcar
- ✓ Grasa
- ✓ Huevos
- ✓ Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).
- ✓ Especias

### **3.1.4. MATERIALES**

#### **3.1.4.1. MATERIALES DE CAMPO**

- ✓ Balanza de reloj
- ✓ Secador de bandejas
- ✓ Molino
- ✓ Horno
- ✓ Cuchillos
- ✓ Filtros de seda fina
- ✓ Jarra de medida
- ✓ Cocina industrial
- ✓ Latas
- ✓ Recipientes plásticos
- ✓ Bandejas de acero inoxidable

- ✓ Mesa de acero inoxidable
- ✓ Detergente
- ✓ Filmadora
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Materiales personales (gorra, mascarilla, mandil y guantes quirúrgicos).

#### **3.1.4.2 MATERIALES DE LABORATORIO**

- ✓ Balanza digital
- ✓ Peachímetro
- ✓ Cámara de flujo laminar
- ✓ Incubadoras
- ✓ Autoclave
- ✓ Cuenta colonias
- ✓ Microondas
- ✓ Refrigeradora
- ✓ Material de vidrio y plástico
- ✓ Pipetas.
- ✓ Medios de cultivo PDA, PCA, PC
- ✓ Agar
- ✓ Cajas petry.

#### **3.1.4.3 MATERIALES DE OFICINA**

- ✓ Escritorio
- ✓ Calculadora
- ✓ Carpetas
- ✓ CDs
- ✓ Computador
- ✓ Esferográficos
- ✓ Flash memory

- ✓ Lápices
- ✓ Borrador
- ✓ Papel bond

### **3.1.5 RECURSOS INSTITUCIONALES**

Para el siguiente trabajo de investigación se recopiló información bibliográfica en la:

- ✓ Biblioteca Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH)
- ✓ Biblioteca virtual Universidad Estatal de Bolívar (UEB)
- ✓ Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP)
- ✓ Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuario (INIAP)
- ✓ Sitios web (Internet)

### **3.2. METODOS**

En el presente trabajo de investigación en los primeros días se realizó la compra de la materia prima y la elaboración de la harina de papa china.

El mes siguiente se realizó las mezclas de acuerdo a los tratamientos y ejecutaron los análisis bromatológicos.

Los meses restantes se elaboraron el producto y se procedió a la realización del análisis sensorial y microbiológico del producto para determinar el mejor tratamiento y con los datos obtenidos se realizó la tabulación de datos.

### 3.2.1 TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

#### 3.2.1.1 FACTOR EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se estudiarán la sustitución de diferentes niveles de harina de papa china en la harina de trigo para la elaboración de pan, como podemos observar en el tabla 1.

**Tabla 1. NIVELES DE FACTORES EN ESTUDIO**

<b>Factor de estudio</b>	<b>Descripción de los niveles (%)</b>
Sustitución de harina de trigo (HT) con harina de papa china (HPCH).	90% de harina de trigo +10% de harina de papa china 80% de harina de trigo+20% de harina de papa china 70% de harina de trigo+30% de harina de papa china 60% de harina de trigo+40% de harina de papa china 50% de harina de trigo+50% de harina de papa china

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011)

#### 3.2.2. DESCRIPCION DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

El detalle de la sustitución de harina de papa china en la harina de trigo, se presenta a continuación:

**Tabla 2. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO FACTORIAL**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Porcentaje de sustitución de HT y HPCH (%)</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Tamaño de la unidad experimental (kg)</b>	<b>N° total de/(kg) por tratamiento</b>
T1	HT 90 + HPCH 10	3	2	6
T2	HT 80 + HPCH 20	3	2	6
T3	HT 70+ HPCH 30	3	2	6
T4	HT 60 + HPCH 40	3	2	6
T5	HT 50 + HPCH50	3	2	6
<b>TOTAL</b>				30

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011)

HT = Harina de trigo

HPCH = Harina de papa china

### **3.2.3. TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para realizar la evaluación de la sustitución de la harina de papa china en la harina de trigo para la elaboración del pan en la presente investigación se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) de 5 tratamientos con 3 repeticiones, mismo que corresponde al siguiente modelo matemático lineal aditivo.

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$$

En donde:

$Y_{ij}$  = Cualquier variable sujeta a mediación

$\mu$  = Media general

$B_i$  = Efecto de los bloques

$T_j$  = Efecto de los tratamientos

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental

### **3.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO**

Número de tratamientos ( $t$ ) = 5

Número de repeticiones ( $r$ ) = 3

Número de unidad experimental ( $t \times r$ ) = 15

Unidad investigativa = 2Kg.

### 3.2.5 TECNICAS ESTADISTICAS

Se utilizó la técnica de Fisher conocido como el método de Análisis de Varianza (ADEVA) que consiste en separar de la variación total observada, las diferentes causas o factores de variación que influyen y afectan en distinto grado el efecto de los tratamientos.

La prueba de significancia de las diferencias entre tratamientos o las comparaciones entre medias.

El modelo aplicado fue la prueba  $\alpha$  Tukey 5 % ( $\alpha$  0.05).

Los análisis estadísticos se llevaron a afectó con el uso del paquete estadístico STAF GRAFIC y Microsoft Excel 2007.

En el tabla 3, se muestra el esquema de análisis de varianza (ADEVA)

**Tabla 3. ESQUEMA DEL (ADEVA)**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>
Total	14
Tratamientos	4
Repeticiones	2
Error	8

**Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011)**

### 3.2.6 ANALISIS ECONOMICO/BENEFICIO

Se determinó en consideración con el indicativo beneficio /costo, que relaciona los ingresos por la venta del pan con mezcla de harina de trigo y papa china y los gastos durante la investigación.

### **3.2.7 MEDICIONES EXPERIMENTALES**

En la investigación se evaluarón los siguientes datos:

#### **3.2.7.1 EN LA MATRIA PRIMA**

Se realizó un análisis visual para determinar el estado de la materia prima, para empezar la investigación con la materia prima de calidad.

##### **a. PESO**

Se pesó la materia prima previamente seleccionada y clasificada, teniendo en cuenta que no afecte la calidad del producto terminado.

##### **b. ANALISIS BROMATOLOGICO**

Se realizó con 200 gramos de muestra de los mejores tratamientos en estudio tanto de las materias primas y producto terminado, las mismas que fueron enviadas las muestras al **Laboratorio de Análisis de Alimenticios “SAQMIC”**, se obtuvo la información nutricional en los parámetros sigientes: **humedad, proteína, grasa “E.E”, Fibra, cenizas, vitamina C, Calcio**. Según los metodología utilizada por el Laboratorio de Análisis Alimenticios “SAQMIC”.

#### **3.2.7.2 EN EL PRODUCTO PROCESADO**

##### **a. ANALISIS SENSORIAL**

Las pruebas sensoriales de apariencia, sabor, aroma, textura, se realizó según Wittig, E. (1991), para evaluar el producto final al igual que las repeticiones.

Se utilizó un panel de catadores semi-entrenados formado por 10 personas, utilizando una escala hedónica de 1 – 5 para apreciar los atributos mencionados, quienes debieron cumplir con las siguientes normas:

- Particularidad de los panelistas para evitar la influencia entre ellos.
- Que no hayan consumido alimentos antes de 4 horas.
- El consumo del producto se realizó sin adicionar condimentos y/u otro producto alimenticio.

## **b. ANALISIS MICROBIOLOGICO**

Se realizó con 200 gramos, tanto en la materia prima como en el pan del mejor tratamiento en estudio, las mismas que fue conducida asépticamente al **LABORATORIO DE ANALISIS DE ALIMENTOS DEL PROYECTO DE LA SECRETARIA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (SENACYT-UEB)**, donde se obtuvo la información a partir de los siguientes métodos:

### **✓ Recuento total de bacterias mesófilos**

Según el método NFV 08-051 técnicas de recuento de gérmenes aerobios mesófilos viables en placas 30°C por 72h.

### **✓ Recuento de mohos y levaduras**

Según el método, NFV 08-059, técnicas de rutina para numeración de colonias de levaduras a 25°C. (ISO 7954) por 4 días.

### **✓ Recuento de coliformes totales y *Echerichia coli***

Según el método, NFV 08-050, técnicas de rutina para la numeración de coliformes mediante el recuento de colonias a 30°C. (ISO 4831) en 24 horas.



### **3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

Para efectuar el siguiente trabajo se utilizó la harina de trigo, con diferentes porcentajes de sustitución de harina de papa china para la elaboración del pan.

#### **3.3.1 DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO PARA LA OBTENCION DE HARINA DE PAPA CHINA PARA PANIFICACION**

##### **3.3.1.1 RECEPCION**

Se recibió la materia prima, papa china previamente seleccionada y clasificada.

##### **3.3.1.2 LIMPIEZA**

Se eliminó todo tipo de impurezas extrañas provenientes de la cosecha existente en la materia prima para que la misma no afecte a la calidad de las harinas.

##### **3.3.1.3 PESADO**

Se hizo el primer pesado de la papa china con toda la cáscara en una balanza para obtener el peso en estado fresco y saber el rendimiento.

##### **3.3.1.4 PELADO**

Una vez lavada la papa china se procedió a pelar o descascarar con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable para de esta manera dejar el producto preparado libre de impurezas, listo para el picado.

##### **3.3.1.5 CORTADO O PICADO**

El cortado de la papa china se lo realizó con un cortador manual, en rodajas muy finas de 0.3cm aproximadamente, para facilitar la deshidratación.

### **3.3.1.6 PESADO**

Se pesó por segunda vez la papa china pelada para determinar el porcentaje de humedad que tiene.

### **3.3.1.7 SECADO O DESHIDRATADO**

Se procedió a colocar las rodajas de papa china en las bandejas del secador, el mismo que se lo colocó en forma ordenada e individual ya que de esta manera se pudo eliminar el agua del producto más rápido y de manera eficaz, a una temperatura de 36°C y un tiempo de 3.5 horas, aproximadamente.

Una vez puesto el producto en las bandejas se procedió a colocarlo en el secador y este a su vez debe ser intercalada en un determinado tiempo (15 minutos), ya que de esta manera ayudó a mejorar el secado.

### **3.3.1.8 PESADO**

Una vez deshidratada la papa china se pesó por tercera ocasión para obtener el peso seco y verificar la cantidad de humedad eliminada del producto, obteniendo así el peso final y proceder al cálculo del porcentaje de humedad.

### **3.3.1.9 MOLIDO**

La papa china deshidratada se molió en un molino manual con una graduación de 180 micras ( $\mu m$ ).

### **3.3.1.10 MEZCLADO**

Obtenida la harina de papa china se procedió a dosificar y formular con la harina de trigo en los porcentajes establecidos para de esta manera determinar cuál será el mejor tratamiento.

### **3.3.1.11 ENFUNDADO**

La harina de panificación obtenida se guardó en fundas de papel, para evitar que absorba la humedad del ambiente, y mantenga sus propiedades nutritivas sin ninguna alteración.

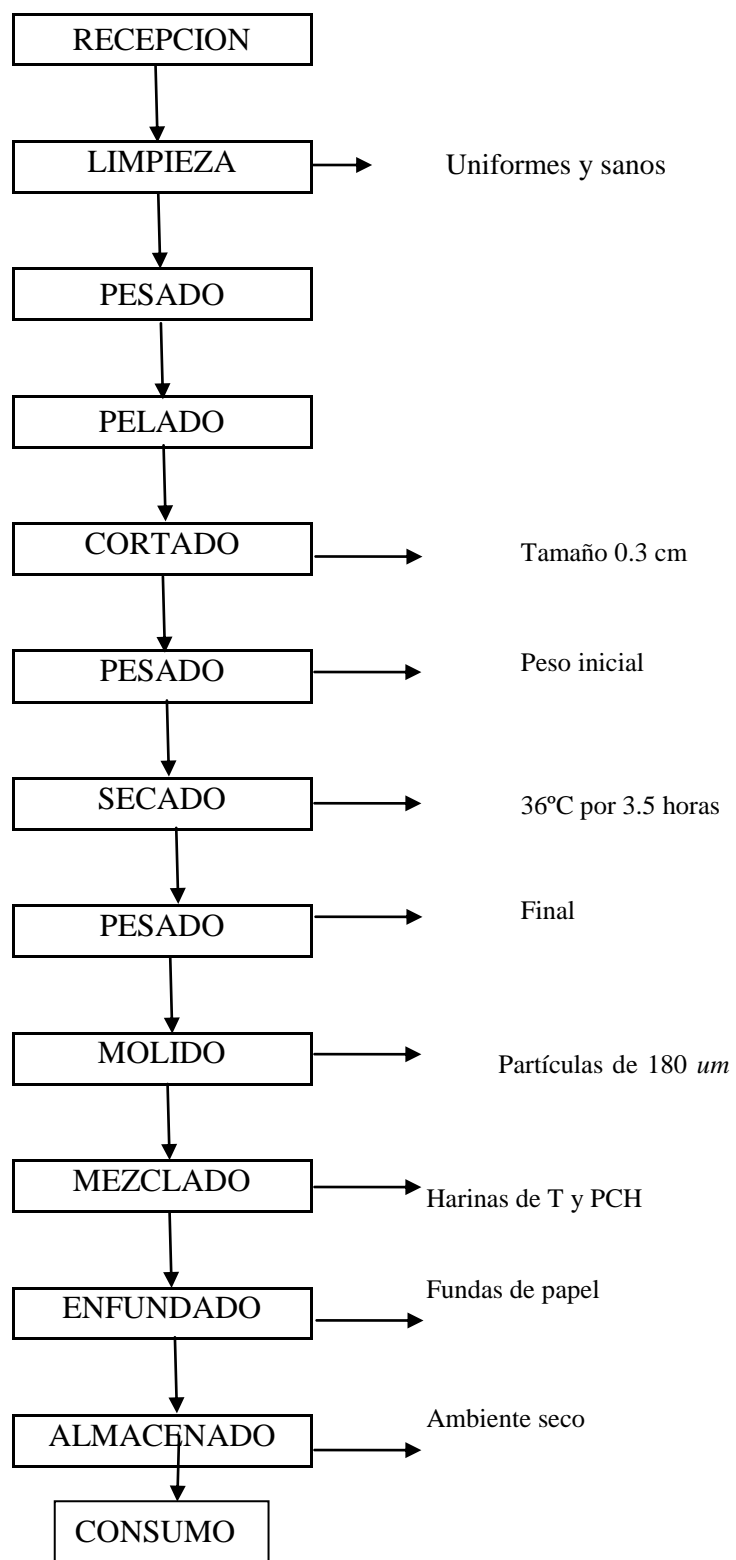
### **3.3.1.12 ALMACENADO**

Las harinas enfundadas se codificó y almacenó en un lugar libre de humedad y contaminación.

### **3.3.1.13 CONSUMO DE LA HARINA EN LA PANIFICACION**

Esté producto apto para la panificación por sus propiedades nutritivas tanto en calcio y vitamina C, será reemplazado en la elaboración del pan por la harina de trigo.

### 3.3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA



### **3.3.3 DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACION DE PAN CON MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO Y PAPA CHINA**

#### **3.3.3.1 RECEPCION**

Se recibió las harinas de trigo y papa china para la elaboración de pan.

#### **3.3.3.2 PESADO**

Se pesó las harinas en una balanza analítica, de acuerdo al tratamiento correspondiente, para la elaboración de pan.

#### **3.3.3.3 MEZCLADO**

Obtenida la harina de papa china, se procedió a mezclar en porcentajes de 10%, 20%, 30%, 40% y 50% con la harina de trigo según el caso, para la elaboración de pan.

#### **3.3.3.4 DOSIFICADO O FORMULACION**

Se dosificó y se mezcló en una bandeja las harinas con los ingredientes (manteca, huevos, sal, agua, azúcar y levadura), de acuerdo a la formulación, para la elaboración de pan.

#### **3.3.3.5 AMASADO**

Se amasó vigorosamente hasta obtener una masa suave de textura uniforme por un tiempo de 10 minutos.

### **3.3.3.6 REPOSADO**

La masa se dejó en reposo por 20 minutos para la fermentación de los azúcares y carbohidratos por acción de la levadura *saccharomyces cerevisae*, produciendo un aumento de volumen de la masa.

### **3.3.3.7 MOLDEADO**

Tomando porciones de tamaño de 80 gr, se formó bolitas uniformes y se aplastó dándole la forma del pan deseado.

### **3.3.3.8 FERMENTACION**

Comprende todo el tiempo transcurrido desde la mezcla hasta que el pan entre al horno a una temperatura de 32 a 35 C°.

### **3.3.3.9 HORNEADO**

El objetivo del horneado es cocer la masa, transformarla en un producto apetitoso y digerible. La temperatura adecuada para la cocción del pan es de 190 y 270 °C.

### **3.3.3.10 ENFUNDADO**

Finalmente al producto se puso en fundas de papel o cartones, para evitar que esta absorba la humedad del ambiente.

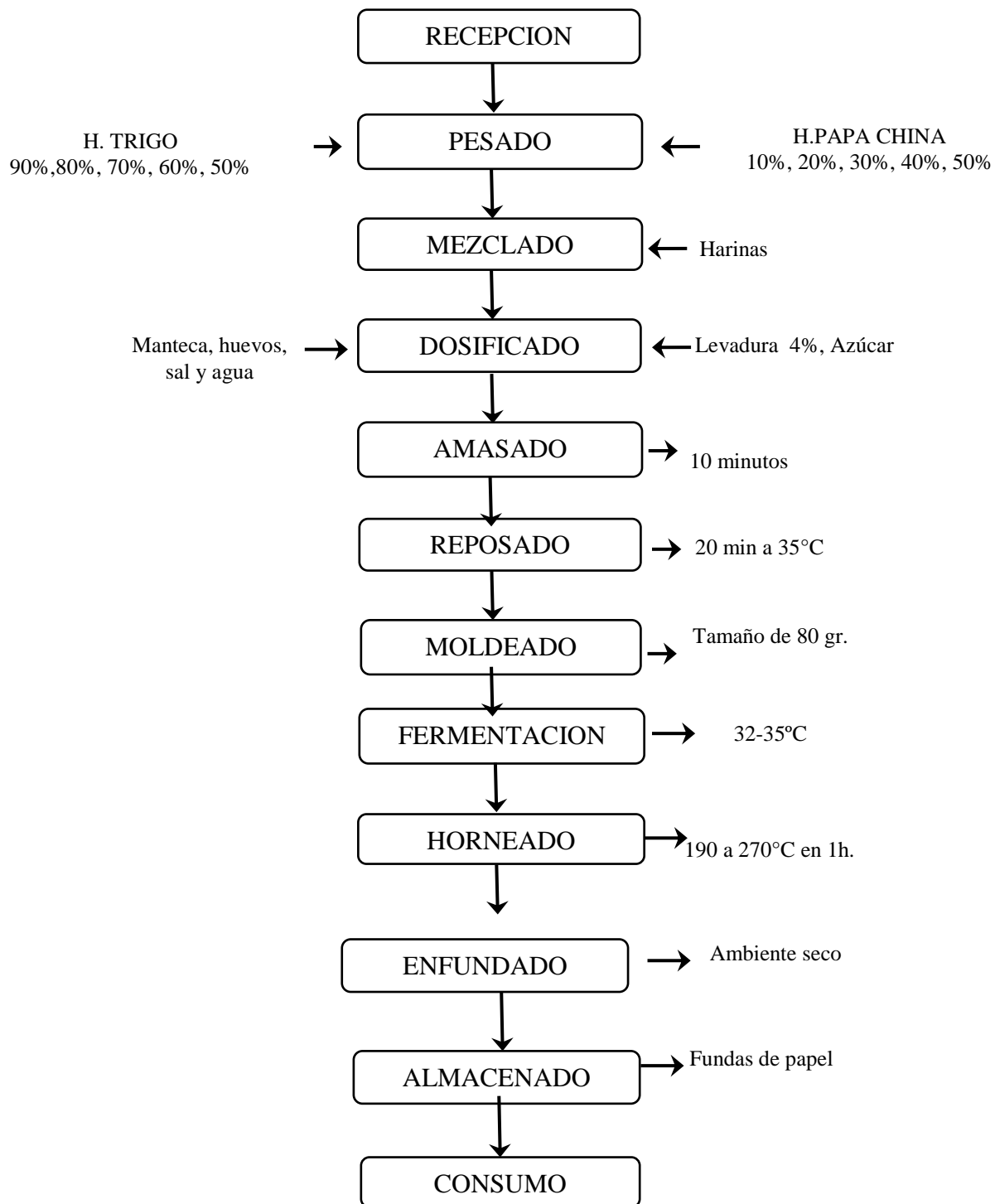
### **3.3.3.11 ALMACENADO**

Los panes previamente codificados son almacenados en un ambiente seco y fresco, asegurando así su calidad nutricional.

### **3.3.3.12 CONSUMO**

El pan, está listo para el consumo por parte del cliente y consumidor final.

### 3.3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE PAN CON MEZCLAS DE HARINAS DE TRIGO Y PAPA CHINA





### 3.3.5 FORMULACIÓN DEL PAN

La formulación de los porcentajes de harina de trigo, harina de papa china e ingredientes utilizados en la elaboración del pan se describe en la tabla 4.

**Tabla 4. FORMULACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PAN CON HARINA DE TRIGO Y PAPA CHINA**

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad %</b>	<b>Cantidad gr.</b>
Harina de trigo	60	1600
Harina de papa china	40	400
<b>SUB TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>2000</b>
Agua	13	448
Azúcar	14	482
Grasa	10	344.8
Levadura	4	137.9
Huevos	1	35
<b>SUB TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>1477.7</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>3477.7</b>

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011)

## IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN

### 4.1 MATERIA PRIMA

#### 4.1.1. Rendimiento de la papa china en la elaboración de harina para sustituir por la harina de trigo en la elaboración del pan.

**Tabla 5. RENDIMIENTO DE OBTENCION DE HARINA DE LA PAPA CHINA**

<b>Variedades</b>	<b>(%) harinas</b>
Papa china blanca	25,00%
Papa china morada	25,03%

**Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011)**

En la tabla 5, se presenta los rendimientos de las dos materias primas evaluadas mediante balance de materia para la obtención de harina de papa china. En donde se estima que el rendimiento de harina de papa china morada es mayor con 25,03% que la harina de papa china blanca que reportó un promedio de 25,00%, en términos cuantitativos de rendimiento.

#### 4.1.2. Análisis bromatológico de las harinas

El propósito principal de un análisis bromatológico es evaluar la seguridad y calidad nutricional en harinas integrales, el contenido de humedad, cenizas, grasa, proteína y fibra. Estos procedimientos químicos revelan también el valor nutritivo de un producto y como puede ser combinado de la mejor forma con otras materias primas para alcanzar el nivel deseado de los distintos componentes de una dieta.

Es también un excelente procedimiento para realizar el control de calidad y determinar si el pan procesado alcanzan los estándares establecidos por los productores y consumidores. (Zamora, M, 2009).

**Tabla 6. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS EN LA HARINA DE PAPA CHINA**

Harina	Humedad	Ceniza	E.E	Proteína	Fibra	Vit. C	Calcio
	%	%	%	%	%	mg/100	mg/100
<b>Papa china</b>	12.01	3.61	0.21	1.43	0.82	3.8	38

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011)

En la tabla 6, se presenta los valores de los análisis bromatológicos de la papa china en la cual presentan los siguientes valores: Humedad es de 12,01%, encontrándose en límites permitidos por la norma INEN 616:2006, que cita un máximo de 15%.

El porcentaje de ceniza en la harina de papa china es de 3,61%; según, (Palomino C. 2010) manifiesta el 2,64% para las harinas de papa china.

En el análisis de grasa, posee un valor de 0,21%, Según (Hispanetwork, S. 2009) para harinas lo requerido es de 1,20%.

Con respecto a la proteína presentó un valor de 1,43%, según (Palomino, C. 2010) manifiesta que el 4,57 % de proteína cruda.

Para la fibra el porcentaje se encontrará con un valor de 0,82%, cantidades muy bajas ya que para una buena alimentación, según (Hispanetwork, S.2009) para harinas lo requerido es de 4,28%.

La concentración de la vitamina C, fue de 3,8 mg/100g, y calcio 38 mg/100g, respectivamente. El calcio es un nutriente indispensable para el desarrollo y mantenimiento de los huesos, especialmente en los niños y mujeres. Una persona de entre 19 y 50 años de edad, necesita consumir mil miligramos de calcio diariamente. De acuerdo a Alberto Hauffen (951) 827-2769 2008.

La vitamina C, es una sustancia orgánica indispensable para el funcionamiento normal del organismo y debe estar presente en la alimentación en cantidad suficiente, su requerimiento varía según la edad, sexo y distintos estados fisiológicos, aumenta gradualmente durante la época del crecimiento hasta llegar a la adolescencia. Menciona Icaza Susana J/Moisés Behar (1998).

**Tabla 7. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS EN HARINA DE TRIGO**

Harina	Humedad	Cenizas	E.E	Proteína	Fibra
	%	%	%	%	%
<b>Harina de trigo</b>	11,19	1,73	2,01	12,09	4,74

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011)

En la tabla 7, se aprecia los resultados bromatológicos de la harina de trigo la humedad el 11,19%, cenizas el 1,73%, extracto etéreo el 2,01%, la proteína 12,09% y la fibra 4,74% respectivamente, encontrándose dentro de los valores de la norma INEN 616: 2006.

Los resultados de los análisis bromatológicos de la mezcla de harina de trigo y harina de papa china se presentan a continuación.

**Tabla 8. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS EN LA MEZCLA DE HARINAS DE TRIGO Y PAPA CHINA**

Mezclas de harinas	Humedad	Cenizas	E.E	Proteína	Fibra	Vit. C	Calcio
	%	%	%	%	%	mg/100	mg/100
<b>Trigo y papa china</b>	12.61	1,8	0.96	7.4	1.2	5,06	34

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

En la tabla 8, se aprecian los resultados bromatológicos de la mezcla de harina de trigo y harina de papa china del T2 que corresponde al 80% harina trigo + 20% harina papa china, la misma que reportó para la humedad 12,61%, cenizas el 1,8%, extracto etéreo el 0,96%, la proteína 7,4%, la fibra 1,2%, la vitamina C 5,06 mg/100g, y calcio 34 mg/100g, respectivamente.

#### 4.1.3. Análisis microbiológico para las mezclas de harina de trigo y papa china

Con respecto al contenido de microorganismos en las mezclas de harina de trigo y papa china, se realizó el recuento de bacterias, hongos/levaduras, colifórmes y Escherichia coli. El método utilizado para este análisis fue el recomendado por el **Código Internacional de Prácticas Recomendado. Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1- 1969)**.

**Tabla 9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO EN LAS MEZCLAS DE HARINA DE TRIGO Y PAPA CHINA**

Mezclas de harinas de trigo con harina de papa china	Código	Recuento total de bacterias	Mohos y levaduras	Coliformes totales	E.coli
		UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g
Trigo 90% + papa china 10%	T1	130	95	Ausencia	Ausencia
Trigo 80% + papa china 20%	T2	35	170	Ausencia	Ausencia
Trigo 70% + papa china 30%	T3	20	150	Ausencia	Ausencia
Trigo 60% + papa china 40%	T4	70	140	Ausencia	Ausencia
Trigo 50% + papa china 50%	T5	100	35	Ausencia	Ausencia

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011)

En la tabla 9, se observa los recuentos microbianos, así tenemos: El número total de bacterias más altos lo obtuvieron los tratamientos T1 (130 UFC/g), y el T5 (100 UFC/g), seguido por los T4 (70 UFC/g). Los recuentos más bajos fueron el T2 (35 UFC/g), y el T3 (20 UFC/g), respectivamente.

Para el recuento de coliformes totales y E, Coli reportaron una ausencia para los cinco tratamientos.

En mohos y levaduras se encontró la mayor presencia en los tratamientos: T2 (170 UFC/g), seguido del T3 (150 UFC/g), y T4 (140 UFC/g), en menor cantidad los T1 (95 UFC/g), y T5 (35 UFC/g), respectivamente. Comparando estos resultados con los valores de la norma INEN 616:2006, observamos que tanto las bacterias totales, coliformes totales, E.coli, mohos y levaduras se encuentran dentro de los valores establecidos por la norma (Anexo H).

## 4.2 ANÁLISIS EN EL PRODUCTO ELABORADO

### 4.2.1 Evaluación sensorial

Las cataciones se realizarán con 10 catadores semi-entrenados, los mismos que fueron estudiantes, egresados e ingenieros de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial que fueron electos por tener mayor afinidad y agrado al producto.

Las pruebas organolépticas que se evaluaron fueron: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, determinándose el mejor perfil sensorial en el pan, para tal efecto se aplicó el método de Wittig, E. (1991).

### 4.2.2 Pan elaborado con las mezclas de harina de trigo y papa china

Los resultados de los análisis de varianza obtenidos de las pruebas sensoriales para los catadores en cada una de los atributos del pan elaborados, se muestran en las tablas y gráficos que se detalla a continuación.

#### a. COLOR

**Tabla 10. ADEVA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DEL ATRIBUTO COLOR DEL PAN**

<b>A: Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC.</b>	<b>CM</b>	<b>F. Valor</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>B: Tratamientos</b>	4	2,9845	0,7461	5,05	0,0025*
<b>Catadores</b>	9	1,5206	0,1689	1,14	0,3589NS
<b>Error</b>	36	5,3166	0,1476		
<b>Total</b>	49	9,8217			
$\bar{X}$	3,51				
<b>CV%</b>	10,94				

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

En la tabla 10, se observan los valores del análisis de varianza de las pruebas sensoriales en color para el pan elaborado con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china; en lo que respecta a los tratamientos existe una diferencia

significativa ( $\alpha = 0,5$ ), pero, con respecto a los catadores no existe una diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 10,94%.

**Tabla 11. PRUEBA DE RANGOS DE TUKEY PARA DETERMINAR LOS PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS DEL ATRIBUTO COLOR**

Tratamientos	Medias	Rangos
T2	3,79	A
T1	3,60	A
T3	3,59	A
T4	3,46	AB
T5	3,06	B

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

En la Tabla 11, se aprecia la prueba de Tukey para el atributo color del pan en la cual se observa que el mejor tratamiento T2 que corresponde (harina de trigo 80% y harina de papa china 20%) alcanzó un promedio de 3.79, considerado por los catadores en la escala de buena a muy buena.



**Gráfico 1. Perfil de los tratamientos para color en los panes elaborados con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china.**

En el gráfico 1, se observa los promedios de las calificaciones de las diferentes mezclas de harinas de trigo y papa china. El valor que arrojaron los catadores como el mejor fué el tratamiento T2 (harina de trigo 80% y harina de papa china 20%) con un promedio de 3,79 ubicándose en la escala de buena a muy buena.

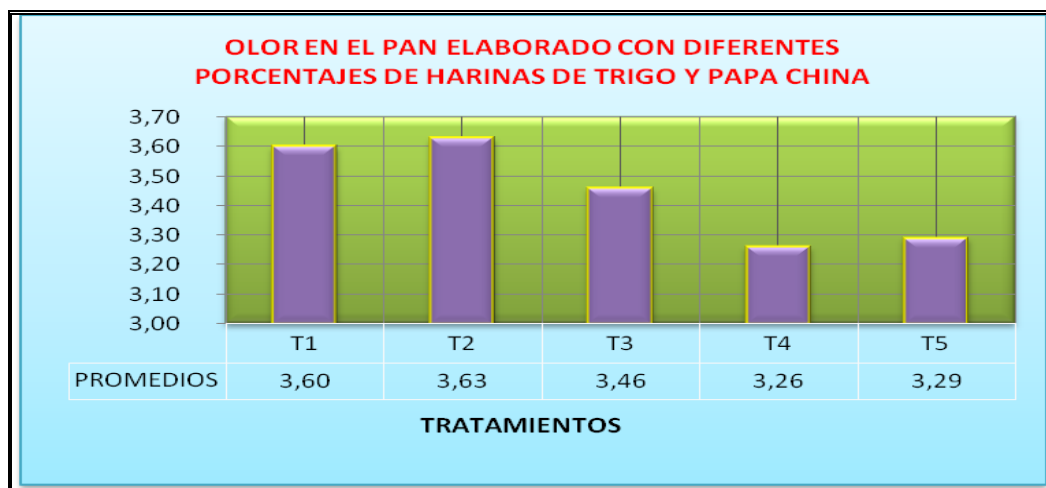
## b. OLOR

**Tabla 12. ADEVA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DEL ATRIBUTO OLOR DEL PAN**

Fuente de variación	GL	SC.	CM	F. Valor	Probabilidad
<b>A:Tratamientos</b>	4	1,13519	0,283797	1,52	0,2171NS
<b>B:Catadores</b>	9	3,17985	0,353316	1,89	0,0850*
<b>Error</b>	36	6,72245	0,1867		
<b>Total</b>	49	11,0375			
$\bar{X}$	3,45				
<b>CV%</b>	12,52				

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

En la tabla 12, se observan los valores del análisis de varianza de las pruebas sensoriales en olor para el pan elaborado con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china, en la que se aprecia que no existe diferencia significativa ( $\alpha = 0,05$ ) en los tratamientos, pero con relación a los catadores existe una diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 12,52%.



**Gráfico 2. Perfil de los tratamientos para el olor en los panes elaborados con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china.**

En el gráfico 2, se analiza los promedios de las calificaciones de las diferentes mezclas de harinas de trigo y papa china. El valor que arrojaron los catadores como el mejor tratamiento fue T2 (harina de trigo 80% y harina de papa china



20%) con un promedio de 3,63 que se encuentra en la escala de buena a muy buena.

### C. SABOR

**Tabla 13. ADEVA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE SABOR DEL PAN**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC.</b>	<b>CM</b>	<b>F. Valor</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>A:Tratamientos</b>	4	3,04797	0,761992	3,34	0,0199*
<b>B:Catadores</b>	9	1,58202	0,17578	0,77	0,6431NS
<b>Error</b>	36	8,20259	0,2278		
<b>Total</b>	49	12,8326			
$\bar{X}$	3,45				
<b>CV%</b>	13,83				

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011)

En la tabla 13, se muestra el análisis de varianza de las pruebas sensoriales del sabor para el pan elaborado con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china, en la que se observa que existe diferencia significativa ( $\alpha = 0,05$ ) en los tratamientos; pero, con respecto a los catadores no existe una diferencia significativa. El coeficiente de variación fue de 13,83%.

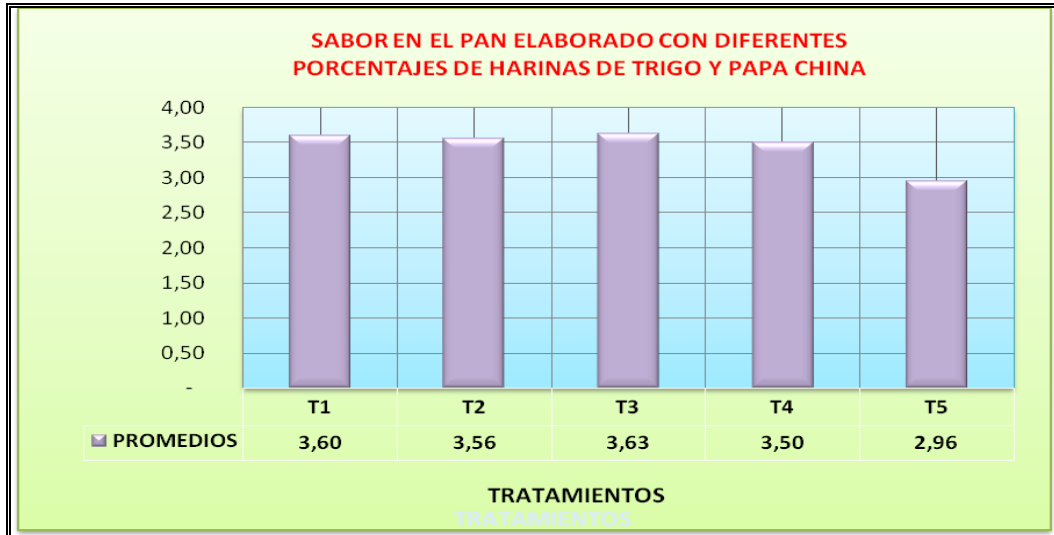
**Tabla 14. PRUEBA DE RANGOS DE TUKEY PARA DETERMINAR LOS PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS DEL ATRIBUTO SABOR**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medio - LS</b>	<b>Rangos</b>
<b>T3</b>	<b>3,63</b>	<b>A</b>
<b>T1</b>	<b>3,60</b>	<b>A</b>
<b>T2</b>	<b>3,56</b>	<b>AB</b>
<b>T4</b>	<b>3,50</b>	<b>AB</b>
<b>T5</b>	<b>2,96</b>	<b>B</b>

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

En la tabla 14, se aprecia la prueba de Tukey para el atributo sabor del pan en la cual se analiza qué el mejor tratamiento fue, T3 (harina de trigo 70% y harina de

papa china 30%) con un promedio de 3.63, considerado por los catadores en la escala de buena a muy buena.



**Gráfico 3.** Perfil de los tratamientos para el sabor en el pan elaboradas con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china.

En el gráfico 3, se observa los promedios de las calificaciones de las diferentes mezclas de harinas de trigo y papa china. El valor que arrojan los catadores como el mejor fue el tratamiento T3 (harina de trigo 70% y harina de papa china 30%) con un promedio de 3,63 que se encuentran en la escala de buena a muy buena.

#### d. TEXTURA

**Tabla 15.** ADEVA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE TEXTURA EN EL PAN

Fuente de variación	GL	SC.	CM	F. Valor	Probabilidad
<b>A:Tratamientos</b>	4	2,44145	0,610363	3,78	0,0114*
<b>B:Catadores</b>	9	2,66147	0,295719	1,83	0,0957NS
<b>Error</b>	36	5,80683	0,1613		
<b>Total</b>	49	10,9098			
$\bar{X}$	3,19				
<b>CV%</b>	12,59				

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

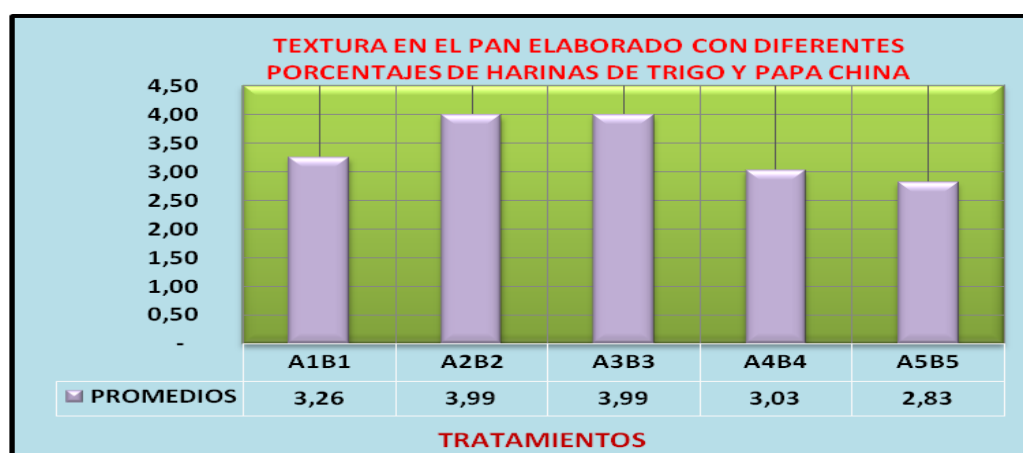
En la tabla 15, se observa el análisis de varianza de las pruebas sensoriales en la textura del pan elaborado con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china, en la cual se aprecia que existe diferencia significativa ( $\alpha 0.05$ ) en los tratamientos, pero con relación a los catadores no existe diferencia significativa con un coeficiente de variación de 12,59%.

**Tabla 16. PRUEBA DE RANGOS DE TUKEY PARA DETERMINAR LOS PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS DEL ATRIBUTO TEXTURA**

Tratamientos	Medio - LS	Rangos
T2	3,99	A
T3	3,99	A
T1	3,26	AB
T4	3,03	AB
T5	2,83	B

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

En la tabla 16, se ilustra la prueba de Tukey para el atributo textura del pan en la cual se observa que los mejores tratamientos fueron T2 (harina de trigo 80% y harina de papa china 20%) y T3 (harina de trigo 70% y harina de papa china 30%) con un promedio de 3.99, considerado por los catadores en la escala de buena a muy buena.



**Gráfico 4. Perfil de los tratamientos para la textura en los panes elaborados con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china.**

En el gráfico 4, se observan los promedios de las calificaciones de las diferentes mezclas de harinas de trigo y papa china. Los valores que arrojan los catadores como los mejores fueron T2 (harina de trigo 80% y harina de papa china 20%) y T3 (harina de trigo 70% y harina de papa china 30%), con un promedio de 3,99 que se encuentran en la escala de buena a muy buena.

#### e. ACEPTABILIDAD

**Tabla 17. ADEVA DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE ACEPTABILIDAD EN EL PAN**

Fuente de variación	GL	SC.	CM	F. Valor	Probabilidad
<b>A:Tratamientos</b>	4	3,94845	0,987112	4,65	0,0039*
<b>B:Catadores</b>	9	2,26358	0,251509	1,19	0,3337NS
<b>Error</b>	36	7,63855	0,2121		
<b>Total</b>	49	13,8506			
$\bar{X}$	3,65				
<b>CV%</b>	12,61				

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

En la tabla 17, se muestra el análisis de varianza de las pruebas sensoriales de la aceptabilidad para el pan elaborado con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china, en la que se observa que existe diferencia significativa ( $\alpha = 0,05$ ) en los tratamientos, pero con relación a los catadores no existe una diferencia significativa. El coeficiente de variación fue de 12,61%.

**Tabla 18. PRUEBA DE RANGOS DE TUKEY PARA DETERMINAR LOS PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS DEL ATRIBUTO ACEPTABILIDAD**

Tratamientos	Medio - LS	Rangos
<b>T1</b>	<b>3,93</b>	<b>A</b>
<b>T2</b>	<b>3,86</b>	<b>A</b>
<b>T4</b>	<b>3,66</b>	<b>AB</b>
<b>T3</b>	<b>3,63</b>	<b>AB</b>
<b>T5</b>	<b>3,13</b>	<b>B</b>

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W. (2011).

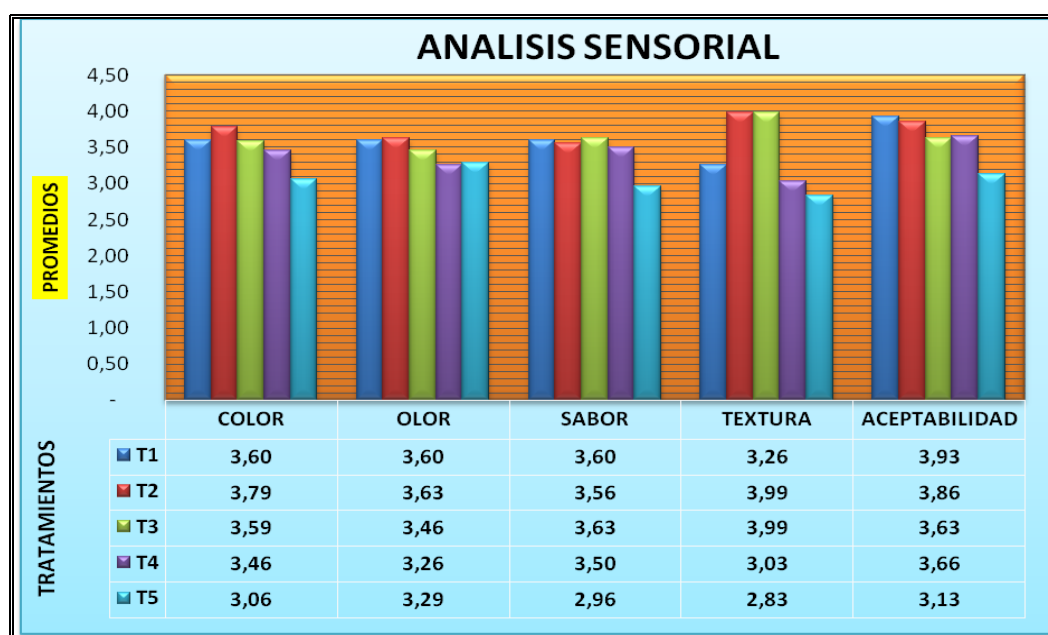
En la tabla 18, se aprecia la prueba de Tukey para el atributo aceptabilidad del pan en la cual se observa que el mejor tratamiento fue, T1 (harina de trigo 90% y harina de papa china 10%) con un promedio de 3.93, considerado por los catadores en la escala de buena a muy buena.



**Gráfico 5. Perfil de los tratamientos para la aceptabilidad en el pan elaborados con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa china.**

En el gráfico 5, se analizó los promedios de las calificaciones de las diferentes mezclas de harinas de trigo y papa china. El valor que arrojaron los catadores como el mejor fue el tratamiento T1 (harina de trigo 90% y harina de papa china 10%) con un promedio de 3,93 que se encuentran en la escala de buena a muy buena.

El resumen de las medias del análisis sensorial obtenido por los catadores se presenta en el gráfico 6.



De este gráfico se desprende que las cataciones del pan elaborado mezclas de harinas de trigo y papa china, en el que se aprecia que el mejor tratamiento fue T2 (harina de trigo 80% y harina de papa china 20%), el cual fue el más aceptable por los catadores en la mayoría de los atributos presenta los mejores resultados.

#### 4.2.3 Análisis microbiológico del mejor tratamiento

Los resultados de los análisis microbiológicos en el pan elaborado con la mezcla de harina de trigo y harina de papa china se presentan en la tabla 19.

**Tabla 19. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN EL PAN**

Producto	Mejor Tratamiento	Recuento total de bacterias mesófilas	Mohos y levaduras	Coliformes totales	E. coli
		UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g
Pan	T2	82	38	Ausencia	Ausencia

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

En la tabla 19, se reportan resultados de análisis microbiológicos para el pan elaborado con mezcla harina de trigo y papa china, en cuanto al recuento total de mesófilos se encuentra en 82 ufc/g, valor que se encuentra dentro de los límites permitidos por la norma Nicaragüense que es de 1000 ufc/g, se observó un valor de 38 ufc/g en mohos y levaduras que se encuentra dentro de lo requerido en la norma Nicaragüense que es de 50 ufc/g, para coliformes totales y E. Coli hubo ausencia total y está dentro de los límites permitidos por la norma Nicaragüense.

#### 4.2.4 Análisis bromatológico del mejor tratamiento

**Tabla 20. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLOGICOS EN EL PAN**

<b>Producto</b>	<b>Humedad</b>	<b>Ceniza</b>	<b>E.E</b>	<b>Proteína</b>	<b>Fibra</b>	<b>Vit. C</b>	<b>Calcio</b>
	%	%	%	%	%	mg/100	mg/100
<b>Pan</b>	20,36	0,69	7,9	10,2	0.6	5.9	26

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

En la tabla 20, se aprecia los resultados bromatológicos del pan con mezcla de harina de trigo y harina de papa china la misma que reportó para la humedad 20,36%, cenizas el 0,69%, extracto eterio el 7,9 %, la proteína 10,2 %, la fibra 0,6 %, vitamina C 5,9 mg/100g, y calcio 26 mg/100g, respectivamente. Comparado con la norma técnica Nicaragüense está dentro de las especificaciones de calidad.

#### 4.2.5 ANALISIS ECONOMICO

Con base a los resultados sensoriales, para la evaluación de los costos y beneficios se utilizó, las mezclas de harinas de trigo y papa china para la elaboración del pan T2 (harina de trigo 80% y harina de papa china 20%), que fue seleccionada como la mejor mezcla por los catadores mediante la evaluación sensorial de los tratamientos en estudio.

**Tabla 21. ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO DEL MEJOR TRATAMIENTO DEL PAN**

<b>PAN CON MEZCLAS DE HARINAS DE TRIGO Y PAPA CHINA</b>		
<b>Ingredientes</b>	<b>Peso</b>	<b>Costo</b>
Harina de trigo	1088g	0,90
Harina de papa china	272g	0,45
levadura	50g	0,19
Manteca	225 gr	0,50
Fundas de papel	1	0,015
Huevo	2 unid	0,20
Gas		0,25
Mano de obra		2,50
<b>TOTAL GENERAL EGRESOS (\$)</b>		<b>5,00</b>
Productos obtenidos		65
Costo por producto		0,076
Precio para venta		0,12
<b>R. Costo Beneficio</b>		<b>0,64</b>
<b>COSTO BENEFICIO TOTAL</b>		<b>2,80</b>

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

En la tabla 21, se indica el análisis de costo total de la producción de pan elaborados con la mezcla de harinas de trigo y papa china fue \$5,00/Kg.

Ofertando al consumidor un pan de 20g al precio de 0,12ctv, se obtiene una utilidad de \$2,80 por cada Kg vendido, con una rentabilidad de 35,9%.



## V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se puede expresar las siguientes conclusiones.

- Se utilizó la papa china en esta investigación para aprovechar las bondades que tiene este tubérculo, principalmente en la concentración de calcio y vitamina C, y mejorar el valor nutricional del pan elaborado con sustitución de harina de papa china en la harina de trigo.
- Se concluye que si es posible la obtención de harina de papa china por el método de secado en bandejas a una temperatura de 36°C por 3,5 horas, para su posterior mezcla con la harina de trigo para la elaboración de pan.
- En los análisis microbiológicos realizados a las mezclas de las harinas, para recuento total de bacterias mesofilas, mohos y levaduras, coliformes totales y E. coli; los valores obtenidos se encontraron dentro de los límites por establecidos la norma INEN 616:2006.
- Los análisis bromatológicos de la harina de papa china reportan los siguientes valores, para la humedad 12,01%, fibra 0,82% extracto etéreo 0,21%, de acuerdo con los valores de la norma INEN 616:2006, y proteína 1,43%, ceniza 3,61%, de acuerdo con Palomino C, 2010.
- En el pan elaborado con las mezclas de harina de trigo y papa china se determinó por pruebas de catación que el tratamiento T2 que corresponde (harina de trigo 80% y harina de papa china 20%), fué el más aceptado por presentar mejores valores en los atributos color olor y textura.
- La sustitución del 20% de la harina de papa china por la harina de trigo en la elaboración del pan ayuda a mejorar el valor nutricional del producto en calcio y vitamina C.

- En los análisis bromatológicos realizados en la mezcla de harina del mejor tratamiento T2, reportan los siguientes valores: 12,61% de humedad, 1,8% de cenizas; 0,96% de grasa, 7,4 % de proteína; 1,2 % de fibra encontrándose en el límite establecido por norma INEN 616:2006, y Palomino C, 2010.
- Con respecto a los minerales mejora su composición nutricional en 34 mg/100 de Ca, ayudando al desarrollo y mantenimiento de los huesos y 5,06 mg/100 de vitamina C, mejorando el buen funcionamiento del organismo.
- En el análisis microbiológico para el mejor tratamiento del producto terminado T2, para recuento total de bacterias, mohos y levaduras, coliformes totales y E. coli;, se ubicaron dentro de los límites de la norma Nicaragüense.
- El análisis de relación costo/beneficio nos indican la rentabilidad para el pan elaborado con 80% de harina de trigo y 20% de harina de papa china por cada Kg, vendido presenta una utilidad de \$ 2,80 con una rentabilidad de 35.9%.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Al culminar la investigación recomienda lo siguiente:

- Se recomienda la utilización de la papa china en la elaboración de harina para sustituir por la harina de trigo en la elaboración de pan y mejorar el valor nutricional en cuanto a la concentración de calcio y vitamina C.
- Para la elaboración de la harina de papa china se debe utilizar una temperatura de secado de 36°C por 3,5 horas, para su posterior mezcla con la harina de trigo para la elaboración de pan, con la finalidad de preservar su contenido nutricional.
- Los análisis bromatológicos realizados en la mezcla de harina trigo y papa china cumple con el objetivo propuesto y garantiza al consumidor un alimento mejorado en calcio y vitamina C.
- La harina integral de papa china debería ser muy utilizadas por el ecuatoriano para diferentes productos sucedáneos del pan ya que estas aportan un valor nutricional en calcio que ayuda desarrollo mantenimiento de los huesos y la vitamina C mejora en buen funcionamiento del organismo humano.
- Almacenar las harinas y el producto en un lugar libre de roedores, un ambiente fresco para evitar de la humedad, contaminación de microorganismos desde el inicio del proceso de transformación, de acuerdo a bibliografías, para de ese modo evitar la alteración de su valor nutricional.
- Elaborar pan con las mezclas de harina de trigo 80% y harina de papa china 20% ya que se determinó como mejor tratamiento por pruebas de catación y es el más aceptado por presentar mejores valores en los diferentes atributos analizados.

- El consumo de pan con mezcla de harina de trigo y papa china mejora su composición nutricional en 34 mg/100 de Ca, ayudando al desarrollo y mantenimiento de los huesos y 5,06 mg/100 de vitamina C, mejorando el buen funcionamiento del organismo.
- Incentivar a los estudiantes y profesionales agroindustriales que investiguen nuevos productos a base de tubérculos, que aporten beneficios nutritivos y dar un valor agregado para el buen desarrollo económico de nuestro País.
- Es necesario que nuestra Universidad difunda las tesis de investigación a las diferentes organizaciones y realizar convenios de con empresas dedicadas al proceso de materias primas para formar profesionales emprendedores.
- Con esta investigación se recomienda incentivar al sector agrícola de la provincia de Bolívar en cultivo de papa china con miras a la industrialización de este tubérculo ya que su producción permitirá la utilización en diversos productos sucedáneos del pan.

## **VI RESUMEN Y SUMMARY**

### **6.1 RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo sustituir en diferentes porcentajes la harina de papa china por la harina de trigo, para la elaboración de pan en base a la mezcla de las harinas de trigo y harina de papa china obtenida por el método de secado (bandejas) en la Universidad Estatal de Bolívar, Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

La papa china y el trigo se caracterizan por su alto contenido energético proteico, siendo una importante fuente de vitaminas y minerales, es un buen recurso para complementar la alimentación humana.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar de 5 tratamientos y 3 repeticiones, se realizaron el análisis de varianza, pruebas de tukey, para las pruebas organolépticas, y el análisis costo beneficio.

Los principales resultados que se obtuvieron en esta investigación fueron:

A nivel de análisis bromatológico como son: grasa, ceniza, humedad, fibra y proteína, en los análisis microbiológicos como son: Recuento total de bacterias, Coliformes Totales, Mohos/Levaduras, E.Coli., minerales como el calcio y Vitamina C, al mejor tratamiento T2 que corresponde (harina de trigo 80% y harina de papa china 20%).

A nivel de pruebas organolépticas atributos como: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad los mismos que se evaluaron de acuerdo a una escala para la que contamos con la ayuda de 10 catadores, el mismo que deducimos que a nivel de catadores tuvieron buena aceptabilidad.

## 6.2 SUMMARY

The present investigation had like objective to replace in different percentage the Chinese flour of Pope by the wheat flour, for the bread elaboration on the basis of the mixture of flours of wheat and Chinese flour of Pope obtained by the method of drying (trays) in the State University of Bolivar, School of Agro-industrial Engineering.

The Chinese Pope and the wheat characterize themselves by their high protein power content, being an important vitamin source and minerals, are a good resource to complement the human feeding.

I am completely used a design of blocks at random of 5 treatments and 3 repetitions, were realised the analysis of variance, tests of tukey, to stop the organoleptic tests, and the analysis cost benefit.

The main results that were obtained in this investigation were:

Concerning greasy bromatológico analysis, eg: ash-gray, humidity, fiber and protein, in the microbiological analyses eg: tatal Count of bacteria, Total Coliforms, Moulds/Leavenings, E.Coli., minerals like calcium and Vitamin C, to the best T2 treatment than corresponds (flour of wheat 80% and Chinese flour of Pope 20%).

Concerning organoleptic tests attributes like: color, scent, flavor, texture and acceptability the same that were evaluated according to a scale for that we counted on the aid of 10 tasters, the same that we deduce that concerning tasters they had good acceptability.

## VII BIBLIOGRAFIA

1. ABUC, S. A.Malle. (1998). "El secado en las unidades de química fina". 6<sup>ta</sup> Edition. /Pág.1-3.
2. BUSTOS.L, Rodríguez W, (2001). Tesis de grado "Producción y comercialización de yuca y malanga para la exportación" 1<sup>a</sup> edición, pág, 23.
3. Código internacional de prácticas recomendado – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969).
4. Consejo provincial de Pastaza (2009) "Diseño de maquinas para procesamiento de la papa china" pag,7
5. COMBELLI, R. (1952). Pastelería alimenticia: 1<sup>a</sup> edición Edit. Clarasó Villarroel. Barcelona – España pag, 13-16.
6. GUERRA Deban. Sept. (1979). "Curva de humedad del bagazo en equilibrio con el aire". Revista Actualidades Científico-Técnicas. Ingeniería Química. N°1, pag, 65.
7. HAUFFEN, A. 2008 (951) pag, 827,2769
8. ICAZA, Susana J. / Moisés Behar (1998) 2° Edición Edit. Interamericana
9. JIMÉNEZ, (1988).Instructivo técnico para el cultivo de malanga. Direccion de cultivos varios del Ministerio de Agricultura de Cuba, pág. 27.
10. JONES, S. 1986. Sistemática Vegetal. Editorial Mc Grall & Hill. Impreso en México. 536p.
11. KASATKIN, (1985) y Treybal, (1965). "Curva de humedad del". Revista Actualidades Científico-Técnicas. Ingeniería Química. N°1. Sept. 1979.
12. KNOULE. (1968). (Revista Cuba Foreign Trade. N°2. 2003. "Estado actual y tendencias de la industria farmacéutica mundial". 4<sup>ta</sup> Ediciones. /pág.78-82.

13. LARRAÑAGA, J. Julio M. María de Mar Rodríguez Torres, José Fernández S (1989) “Control e higiene de los alimentos” .pag, 403.
14. LEÓN, (1987). Estudio de algunos aspectos morfológicos y fisico-químicos en ocumo criollo *Xanthosoma sagittifolium*. Tesis Asistente. Facultad de Agronomía, Maracay. Universidad Central de Venezuela pag, 192.
15. MENDOZA, (1989). Los cultivos tropicales. La Habana, Págs. 471-475
16. MENDOZA, (1989) y Montaldo, (1991). El cultivo de malanga, colocasia esculenta; Dirección de normalización del Ministerio de Agricultura de Cuba, pág.5.
17. Ministerio de Agricultura de Cuba, (1977). “Instructivo técnico del cultivo de la malanga”.
18. Microsoft ® Encarta ® (2009).
19. MONTALDO, (1991). Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. IICA, San José de Costa Rica, pag.58.
20. MORENO, Irene. (2001). El Cultivo del trigo
21. Norma ecuatoriana obligatoria INEN 616:2006. “Requisitos de la harina de trigo”.
22. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03 039-02 Norma Técnica de Panificación. Especificaciones Sanitarias y de Calidad.
23. OLMO, M. (2009). En buenas manos salud y terapia natural trigo.
24. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)
25. PASTOR, P. (2008). Proyecto SICA. El trigo en el país.



26. PALOMINO, C. (2010). Atributos físicos y composición de las harinas de los tubérculos colocasia esculenta. Trabajo de grado de la Universidad Central de Venezuela pag, 62.
27. PERRY, J. "Chemical Engineering Handbook. 6<sup>ta</sup> Edition. Mc Graw Hill, New York.(2001) / Pág 20, 7-20, 8.
28. Programa del Partido Comunista de Cuba. La Habana. Editora Política.(1999)/2<sup>da</sup> Ediciones./pág.36.
29. PROEXANT. La Malanga Blanca o quesquisque.(2001)6p.
30. RAMÍREZ, A. (2009). "Efectos de la tecnología de siembra sobre el cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L.) en condiciones tropicales.
31. WITTING, E. (1991). Análisis Sensorial.
32. ZAMORA, M, (2009). Guía de nutrición, cocina y salud. Zaragoza-España
33. ZAVALA, P, (2001).Universidad Tecnológica Equinoccial. Tesis de Grado. Propuesta de Comercialización para promocionar la exportación de Malanga en Santo Domingo de los Colorados, Págs. 80-189.).
34. [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Libro&bookcmd=rendering&return\\_to=Colocasia+esculenta&collection\\_id=196aeb5db26d812f&writer=rl](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Libro&bookcmd=rendering&return_to=Colocasia+esculenta&collection_id=196aeb5db26d812f&writer=rl).
35. <http://es.wikipedia.org/wiki/Harina>.
36. [http \Economía\\_- El consumo mundial de cereales se desacelerará en 2008](http://Economía_-El_consumo_mundial_de_cereales_se_desacelerará_en_2008).
37. <http://apps.fao.org/faostat> Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Ñame (Malanga)
38. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo3.htm>.
39. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo3.htm>.

40. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo3.htm>.
41. <http://www.gebirg.com/Panaderia/HARINAS.htm>.
42. <http://www.monografias.com/trabajos11/ferme/ferme.shtml>
43. <http://www.botanical-online.com>.
44. <http://www.dispace.espol.edu.ec>
45. <http://www.grupobimbo.com.mx/nutrición/indexart>.
46. <http://www.presidencia.gub.uy>.
47. <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo2.shtml>
48. [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/raices/malanga/malang\\_a.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/raices/malanga/malang_a.pdf) Estudio de la Malanga.
49. [http://www.sica.gov.ec/agro/docs/cuadro1ecuador\\_estimación\\_de\\_la\\_superficie%202006.htm](http://www.sica.gov.ec/agro/docs/cuadro1ecuador_estimación_de_la_superficie%202006.htm)

**ANEXOS**

## ANEXO A

### GLOSARIO

**Aditivo:** Sustancia agregada a los alimentos con fines tecnológicos y de mejora de los caracteres organolépticos de los mismos.

**Agar.-** Composición nutritiva utilizada como medio de cultivo

**Embrión.-** Germen de un ser vivo desde el desarrollo del huevo o la espora hasta que adquiere las estructuras características de su especie.

**Descascarillado.** -Acción y efecto de descascarillar.

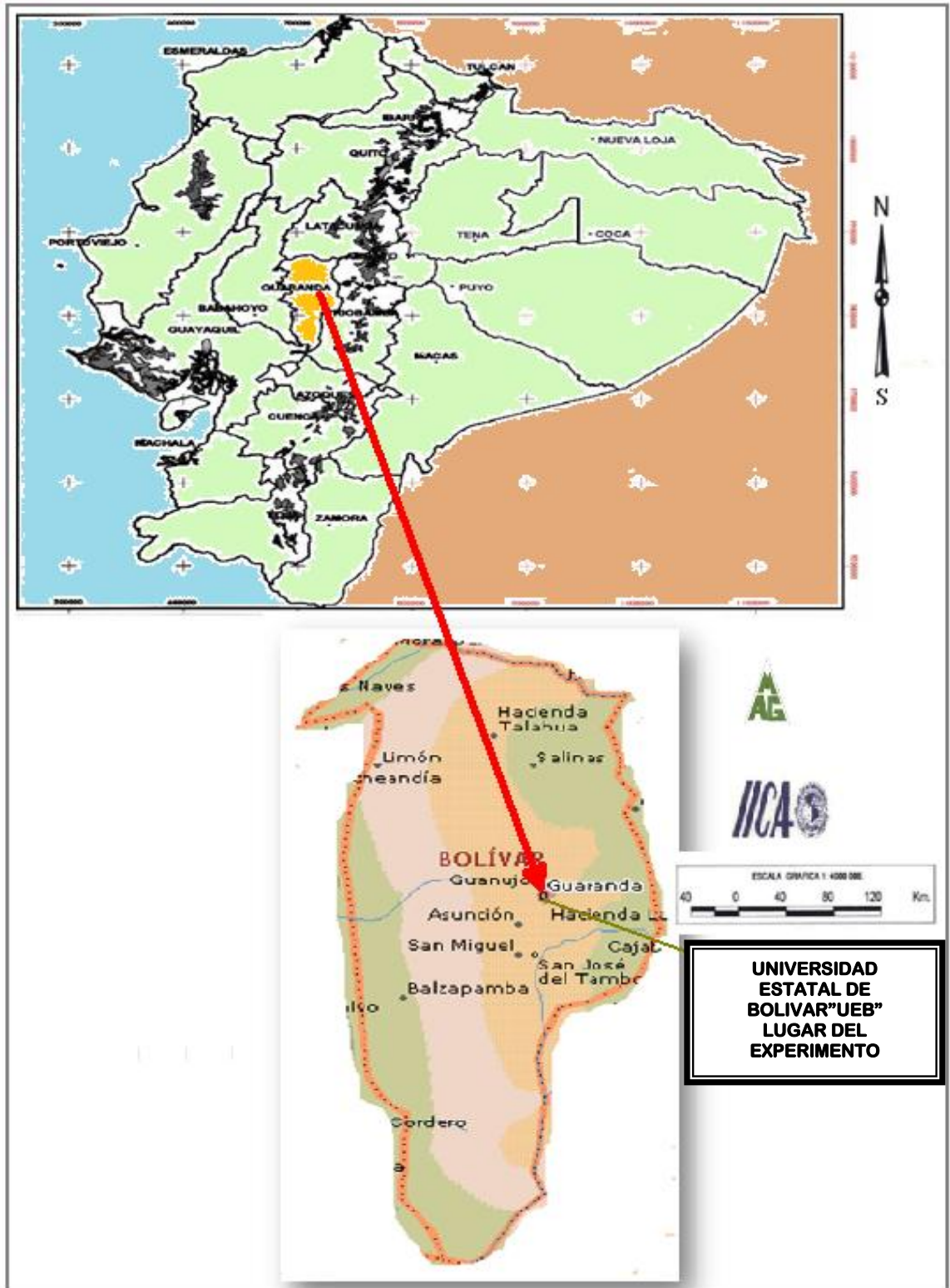
**Molino.-** Maquina para moler, quebrantar, machacar, elevar agua, laminar o estrujar.

**Seguridad alimentaría:** Prácticas de protección de los alimentos a lo largo de la cadena alimentaria.

**Tubérculo.-** Tallo subterráneo que almacena nutrientes y que forman numerosas plantas, como la papa o patata; el tubérculo se caracteriza por formar yemas u ojos. Las plantas jóvenes que se desarrollan a partir de tubérculos se nutren del almidón acumulado en ellos hasta que maduran lo suficiente como para formar un sistema de raíces.

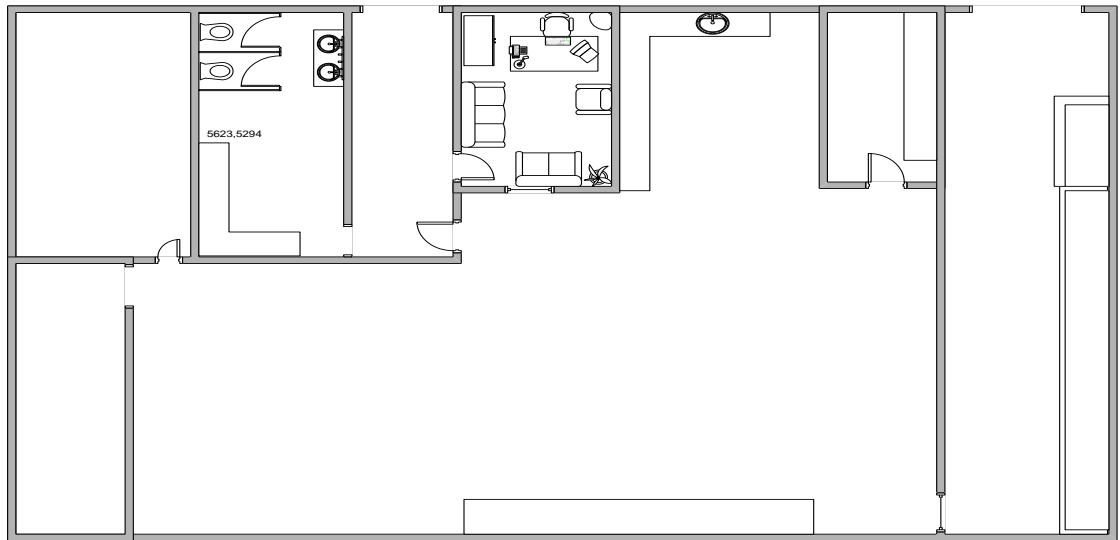
## ANEXO B

### UBICACIÓN DEL PROYECTO EXPERIMENTAL



**ANEXO C**

**PLANTA DE FRUTAS Y HORTALIZAS DE LA UNIVERSIDAD  
ESTATAL DE BOLIVAR DONDE SE REALIZO EL EXPERIMENTO**



**ANEXO D**

**HOJA DE CATAACIONES**

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PAN**

Fecha: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

Características	Alternativas	Muestras		
		110	490	810
Color	1.Malo			
	2.Regular			
	3.Bueno			
	4.Muy bueno			
	5.Excelente			
Olor	1.Muy desagradable			
	2.Desagradable			
	3.Agradable			
	4.Muy bueno			
	5.Excelente			
Sabor	1.Malo			
	2.Regular			
	3.Bueno			
	4.Muy bueno			
	5.Excelente			
Textura	1.Muy duro			
	2.Duro			
	3. Semi - blando			
	4. Blando			
	5.Muy blando			
Aceptabilidad	1.Malo			
	2.Regular			
	3.Bueno			
	4.Muy bueno			
	5.Excelente			

**Instrucciones:** sírvase evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad. Marque con una X el punto que mejor indique su sentido a cerca de la muestra

Observaciones:

---



---

## ANEXO E

### CALIFICACIONES DE LOS CATADORES

CATADORES	TRATAMIENTOS	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD
1	T1	4,00	4,33	4,00	3,33	4,33
1	T1	3,33	2,67	3,33	3,00	3,33
1	T1	3,67	3,67	3,33	3,00	4,00
1	T1	3,33	4,00	3,67	3,33	4,00
1	T1	3,67	3,00	3,33	3,67	4,00
1	T1	4,00	4,33	4,33	3,67	4,33
1	T1	3,33	3,67	3,67	3,33	4,00
1	T1	3,67	3,67	3,67	3,33	3,67
1	T1	3,00	3,00	3,00	3,33	3,33
1	T1	4,00	3,67	3,67	2,67	4,33
2	T2	3,67	4,00	3,67	4,00	4,67
2	T2	3,33	2,67	2,33	3,00	3,00
2	T2	3,33	3,67	3,33	3,67	3,67
2	T2	4,00	3,67	3,33	3,33	4,00
2	T2	4,33	3,33	4,67	4,00	4,67
2	T2	4,00	4,00	3,67	3,33	4,00
2	T2	3,67	4,00	4,00	3,33	4,00
2	T2	4,33	4,33	4,33	4,00	4,33
2	T2	3,00	3,00	2,67	2,33	2,67
2	T2	4,33	3,67	3,67	3,00	3,67
3	T3	3,67	4,00	4,00	3,33	4,00
3	T3	4,33	4,33	4,00	4,33	4,33
3	T3	3,33	3,33	3,67	3,67	3,67
3	T3	3,33	3,67	3,33	3,67	3,33
3	T3	3,33	3,00	3,67	4,00	3,33
3	T3	4,00	3,33	4,33	2,33	4,33
3	T3	3,33	2,67	3,00	3,33	3,33
3	T3	4,00	4,00	3,00	3,33	3,00
3	T3	3,00	3,00	3,67	2,67	3,33
3	3	3,67	3,33	3,67	3,33	3,67
4	T4	3,67	3,67	3,33	3,00	3,67
4	T4	4,00	3,33	4,00	3,33	4,33
4	T4	2,67	3,00	3,00	3,00	3,33
4	T4	3,67	3,33	3,67	2,67	3,67
4	T4	3,33	3,00	3,00	3,67	3,33
4	T4	3,67	3,00	3,67	3,00	4,33



4	T4	3,33	3,00	3,33	3,00	3,33
4	T4	3,00	3,33	3,67	2,67	3,67
4	T4	4,00	4,00	4,00	3,00	3,67
4	T4	3,33	3,00	3,33	3,00	3,33
5	T5	3,00	3,33	3,33	3,00	3,33
5	T5	3,33	3,67	3,00	3,00	3,00
5	T5	3,33	3,33	3,67	3,33	4,00
5	T5	3,00	3,00	2,67	2,00	2,67
5	T5	2,67	2,67	2,67	3,00	2,67
5	T5	3,00	4,00	3,33	2,67	3,00
5	T5	3,33	3,33	3,00	3,00	3,33
5	T5	2,67	3,33	2,67	2,67	2,67
5	T5	3,00	3,00	2,67	3,00	3,33
5	T5	3,33	3,33	2,67	2,67	3,33
<b>SUMATORIA</b>		175,33	172,67	172,67	159,33	182,33
<b>MEDIAS</b>		3,51	3,45	3,45	3,19	3,65

Fuente: Trabajo de campo. Aldaz, W (2011).

**ANEXO F**

**FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO**



**Imagen 1. Recepción y pesado**



**Imagen 2. Limpieza**



**Imagen 3. Pelado y picado**



**Imagen 4. Pesado**



**Imagen 5. Secado**



**Imagen 6. Molido**



**Imagen 7. Pesado**



**Imagen 8. Enfundado**



**Imagen 9. Almacenado**



**Imagen 10. Consumo**

## PRODUCTO ELABORADO



**Imagen 11. Pesado**



**Imagen 12. Amsado**



**Imagen 13. Reposo**



**Imagen 14. Moldeado**



**Imagen15. Horneado**



**Imagen16. Enfundado/Terminado**

## CATACIONES DEL PRODUCTO



**Imagen 17. Preparacion de las muestras**



**Imajen 18. Catacion del pan**

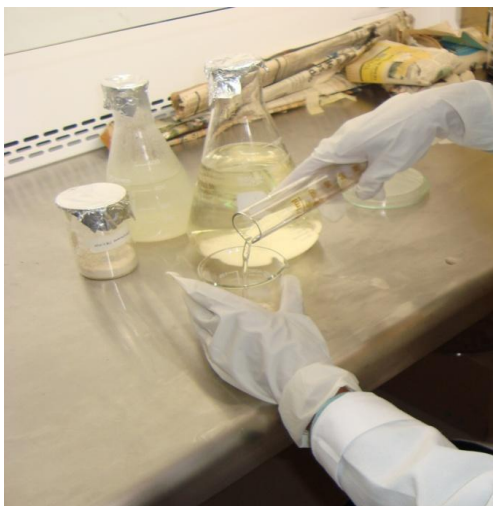
## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



**Imagen 19. Medios de cultivo**



**Imagen 20. Esterilizado**



**Imagen 21. Preparación de muestras**



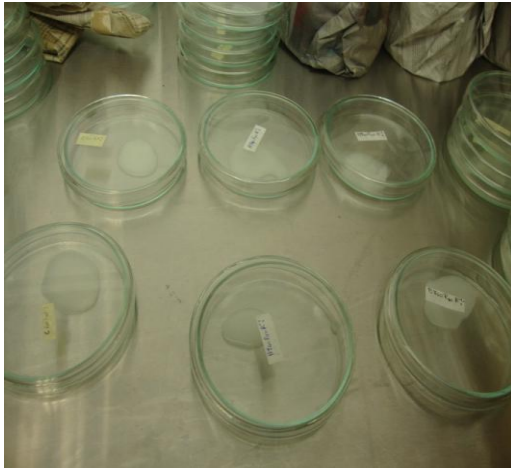
**Imagen 22. Preparación de las diluciones**



**Imagen 23. Siembra de las mezclas**



**Imagen 24. Vertido de medio de cultivo**



**Imagen 25. Codificado las cajas petric**



**Imagen 26. Incubado de las muestras**



**Imagen 27. Cuenta colonias**



**Imagen 28. Recuento de resultados**

## ANEXO G

### DATOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS



Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 032360260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

#### INFORME DE ANALISIS QUIMICO

Solicitado por: Sr. Wilson Aldaz  
Fecha de análisis: 07 de Septiembre de 2010  
Fecha de entrega de resultados: 10 de Septiembre de 2010  
Tipo de muestras: Harinas y Producto  
Localidad: Guaranda

#### ANALISIS QUIMICO:

Determinaciones	Unidad	HARINA DE TRIGO Y PAPA CHINA	HARINA DE PAPA CHINA	PRODUCTO TERMINADO PAN
PROTEINA	%	7.4	1.43	10.2
FIBRA	%	1.2	0.82	0.6
CENIZA	%	1.8	3.61	0.69
HUMEDAD	%	12.61	12.01	20.36
GRASA	%	0.96	0.21	7.9
VITAMINA C	mg/100	--	2.2	--

ATENTAMENTE

  
Dra. Gina Álvarez Reyes



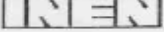
  
Dra. Fabiola Villa

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo



# ANEXO H

## NORMAS DE COMPARACION

CDU: 664.633.11 ICS: 67.060		CIU: 3116 AL 02.02-401
<b>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</b>	<b>HARINA DE TRIGO. REQUISITOS.</b>	<b>NTE INEN 616:2006 Tercera revisión 2006-01</b>
<b>1. OBJETO</b>		
<p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las harinas de trigo para consumo humano.</p>		
<b>2. ALCANCE</b>		
<p>2.1 Esta norma se aplica a la harina de trigo fortificada o enriquecida que se destina al consumo directo y al uso industrial, principalmente para la elaboración de pan, pastas, fideos y galletas.</p>		
<b>3. DEFINICIONES</b>		
<p>3.1 <b>Harina de trigo.</b> Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (<i>Triticum vulgare</i>, <i>Triticum durum</i>) hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado).</p>		
<p>3.2 <b>Grado de extracción.</b> Es el rendimiento, en porcentaje de harina, que se obtiene en kilogramos por cada 100 kg de trigo limpio.</p>		
<p>3.3 <b>Gluten.</b> Es una sustancia de naturaleza proteica que se forma por hidratación de la harina de trigo y que tiene la característica especial de ligar los demás componentes de la harina.</p>		
<p>3.4 <b>Leudante.</b> Es toda sustancia química u organismo que en presencia de agua, con o sin acción del calor, provoca la producción de anhídrido carbónico.</p>		
<p>3.5 <b>Harina autoleudante.</b> Es la harina que contiene una cierta cantidad de sustancias leudantes.</p>		
<p>3.6 <b>Harina fortificada.</b> Es la harina que contiene agregados de vitaminas, sales minerales u otros micronutrientes. El producto que corresponde a esta definición debe contener todos los elementos de enriquecimiento descritos en la tabla 1.</p>		
<b>4. CLASIFICACIÓN</b>		
<p>La harina de trigo, de acuerdo a su uso se clasifica en:</p>		
<b>4.1 Harina panificable</b>		
<p>4.1.1 <b>Extra.</b> Es la harina elaborada hasta un grado de extracción determinado, que puede ser tratada con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.</p>		
<p>4.2 <b>Harina integral.</b> Es la harina obtenida de la molienda de granos limpios de trigo y que contiene todas las partes de éste, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.</p>		
<i>(Continúa)</i>		
DESCRIPTORES: trigo, harina, productos de molinería		

**4.3 Harinas especiales.** Son harinas con un grado de extracción bajo, como lo permita el proceso de industrialización, cuyo destino es la fabricación de productos de pastificio, galletería y derivados de harinas autoleudantes, que pueden ser tratadas con mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.3.1 Harina para pastificio.** Es el producto definido en 4.3, elaborado a partir de trigos aptos para estos productos, que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.3.2 Harina para galletas.** Es el producto definido en 4.3, elaborado a partir de trigos blandos y suaves o con otros trigos aptos para su elaboración, que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.3.3 Harina autoleudante.** Es el producto definido en 4.3, que contiene agentes leudantes y que puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

**4.4 Harina para todo uso.** Es el producto definido en 3.1, proveniente de las variedades de trigo Hard Red Spring o Northern SpringHard Red Winter, homólogos canadienses y trigos de otros orígenes que sean aptos para la fabricación de pan, fideos, galletas, etc. Tratada o no con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales, descritos en la tabla 1.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Generales

**5.1.1** La harina de trigo debe presentar un color uniforme, variando del blanco al blanco-amarillento, que se determinará de acuerdo a la NTE INEN 528.

**5.1.2** La harina de trigo debe tener el olor y sabor característico del grano de trigo molido, sin indicios de rancidez o enmohecimiento.

**5.1.3** La harina de trigo presentará ausencia total de otro tipo de harina, tal como se define en 2.1.

**5.1.4** No deberá contener insectos vivos ni sus formas intermedias de desarrollo.

**5.1.5** Debe estar libre de excretas animales.

**5.1.6** Cuando la harina de trigo sea sometida a un ensayo normalizado de tamizado, mínimo 95% deberá pasar por un tamiz INEN 210  $\mu\text{m}$  (No. 70).

### 5.2 Generales de aditivos

#### 5.2.1 Agentes leudantes

**5.2.1.1** Las harinas autoleudantes pueden contener agentes leudantes, tales como: bicarbonato de sodio y fosfato monocálcico o pirofosfato ácido de sodio o tartrato ácido de potasio o fosfato ácido de sodio y aluminio.

**5.2.1.2** Las harinas autoleudantes pueden contener, a más del agente leudante: grasas, sal, azúcar, emulsificantes, saborizantes, sustancias de enriquecimiento y otros ingredientes autorizados.

**5.2.1.3** Bicarbonato de sodio y fosfato monocálcico, leudante artificiales más comunes, pueden usarse combinados hasta un límite máximo de 4,5% (m/m).

#### 5.2.2 Mejoradores y/o blanqueadores

**5.2.2.1** Cloro; blanqueador de harina, máximo 100 mg/kg, sólo en harinas destinadas para repostería.

(Continúa)

5.2.2.2 Dióxido de cloro; blanqueador y madurador de harina, máxima 30 mg/kg .

5.2.2.3 Peróxido de benzoilo; blanqueador de harina, máximo 30 mg/kg .

5.2.2.4 Ácido ascórbico; mejorador de harina, máximo 200 mg/kg .

5.2.2.5 Azodicarbonamida; mejorador de harina, máximo 45 mg/kg .

5.2.2.6 Bromato de potasio; no se admite su uso en harinas para panificación y su valor determinado según la NTE INEN 525 debe ser "ausencia".

### 5.2.3 Sustancias de fortificación

5.2.3.1 Todas las harinas de trigo, independientemente de si, son blanqueadas, mejoradas, con productos málticos, enzimas diastásicas, leudantes, etc., deberán ser fortificadas con las siguientes sustancias micronutrientes, de acuerdo a lo especificado en la tabla 1.

TABLA 1. Sustancias de fortificación.

SUSTANCIAS	UNIDAD	REQUISITO MÍNIMO
Hierro reducido o micronizado	mg/kg	55,0
Tiamina (vitamina B <sub>1</sub> )	mg/kg	4,0
Riboflavina (vitamina B <sub>2</sub> )	mg/kg	7,0
Ácido fólico	mg/kg	0,6
Niacina	mg/kg	40

5.3 Requisitos físicos y químicos, se indican en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos físicos y químicos de la harina de trigo.

REQUISITOS	Unid.	Harina panificable		Harina integral		Harinas especiales			Harinas para todo uso		Método de ensayo				
		Extra		Min.	Máx.	Pastificios	Galletas	Autoleud.	Min.	Máx.					
		Min.	Máx.									Min.	Máx.	Min.	Máx.
Humedad	%	-	14,5	-	15	-	14,5	-	14,5	-	14,5	NTE INEN 518			
Proteína (base seca)	%	10	-	11	-	10	-	9	-	9	-	NTE IN EN 519			
Cenizas (base seca)	%	-	*0,75	-	2,0	-	0,8	-	0,75	-	3,5	-	0,85	NTE INEN 520	
Acidez (Exp. en ácido sulfúrico)	%	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	NTE INEN 521	
Gluten húmedo	%	25	-	-	-	23	-	23	-	23	-	25	-	25	NTE INEN 529

\* Para el caso de harina panificables enriquecida extra, el porcentaje de cenizas será máximo de 1,6%.

(Continúa)

**5.4 Requisitos microbiológicos.** La harina de trigo debe cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la tabla 3.

**TABLA 3. Requisitos microbiológicos.**

Requisitos	Unidad	Limite máximo	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	100 000	NTE INEN 1 529-5
Coliformes	ufc/g	100	NTE INEN 1 529-7
E. Coli	ufc/g	0	NTE INEN 1 529-8
Salmonella	ufc/25 g	0	NTE INEN 1 529-15
Mohos y levaduras	ufc/g	500	NTE INEN 1 529-10

**5.4.1** Para la aceptación de lotes (o partidas) de harina, se debe cumplir con los requisitos microbiológicos del Anexo A.

## 6. INSPECCIÓN

**6.1** El muestreo debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 617.

### 6.2 Criterios de aceptación y rechazo

**6.2.1** Defectos críticos corresponde al incumplimiento de los requisitos establecidos en 5.4 y Anexo A, con el consiguiente rechazo del lote.

**6.2.2** Defectos mayores; corresponde al incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en 5.1, 5.2 y 5.3.

En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre las muestras reservadas para el efecto. Si se repite en el análisis un requisito no satisfactorio, la decisión de aceptación o rechazo del lote se tomará en común acuerdo entre el comprador y el vendedor, según el plan de muestreo acordado y a lo estipulado en la NTE INEN 617.

## 7. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

**7.1** La harina de trigo debe almacenarse en sitios que se encuentren ventilados, protegidos de la humedad, infestación y/o contaminantes.

**7.2 Envasado.** La harina debe envasarse en recipientes limpios, resistentes a la acción del producto, de tal manera que no alteren las cualidades higiénicas, nutritivas y técnicas del producto.

**7.3 Rotulado.** Los envases deben llevar etiquetas de material que pueda ser cocido o de fácil adherencia a los mismos. Cada etiqueta llevará impresa, con características legibles e indelebles, la siguiente información:

- a) número de Registro Sanitario,
- b) número de identificación del lote,
- c) designación del producto, ejemplo: "Harina de trigo panificable extra fortificada",
- d) marca comercial registrada,

(Continúa)

ANEXO 2

- e) razón social del fabricante,
- f) ingredientes, se mencionarán por sus nombres específicos, ejemplo: trigo, hierro, tiamina (Vitamina B1), riboflavina (Vitamina B2), ácido fólico, niacina, y otros como blanqueadores, mejoradores, etc. en caso de que sean agregados, en orden decreciente de sus masas. Para envases pequeños de plástico o papel, deberá registrarse la fórmula cuantitativa de sus componentes.
- g) contenido neto expresado en unidades del SI,
- h) fecha de elaboración,
- i) fecha de caducidad o duración mínima,
- j) instrucciones para su conservación,
- k) norma NTE INEN de referencia,
- l) lugar de origen (ciudad, país), y
- m) en caso de exportación, podrá agregarse cualquier información adicional que el país de destino así lo exija.

País de origen	País de destino	Información adicional
		NTE INEN 1 100-8
		NTE INEN 1 100-8
		NTE INEN 1 100-8
		NTE INEN 1 100-8

(Continúa)

## ANEXO A

A.1 Podrán aceptarse los lotes (o partidas) de harina que cumplan con los requisitos microbiológicos del programa de atributos constante en la tabla A.1.

**TABLA A.1 Requisitos microbiológicos de la harina (lotes o partidas)**

Requisitos	Unidad	n	e	m	M	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	5	1	$10^5$	$10^6$	NTE INEN 1 529-5
Coliformes	ufc/g	5	2	$10^2$	$10^3$	NTE INEN 1 529-7
E. coli	ufc/g	5	2	0		NTE IN EN 1 529-8
Salmonella	ufc/25 g	5	0	0		NTE INEN 1 529-15
Mohos y levaduras	ufc/g	5	2	$5 \times 10^2$	$10^3$	NTE INEN 1 529-10

En donde:

- n = número de muestras de lote que deben analizarse,  
 c = número de muestras defectuosas aceptables,  
 m = límite de aceptación,  
 M = límite de rechazo.

(Continúa)

## APÉNDICE Z

## Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 517:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de las partículas.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 518:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 519:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la proteína.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 520:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la ceniza.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 521:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 522:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 523:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 525:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación del bromato de potasio en harinas blanqueadas y en harina integral. (Método cualitativo y cuantitativo).</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 526:1981	<i>Harina de origen vegetal. Determinación de la concentración del ion hidrógeno.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 528:1981	<i>Harina de trigo. Apreciación del color.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 529:1981	<i>Harina de trigo. Determinación del gluten.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 530:1981	<i>Harina de trigo. Ensayo de panificación.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 531:1981	<i>Harina de trigo. Determinación de la sedimentación.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 617:1981	<i>Harina de origen vegetal. Muestreo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-5:1995	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-7:1996	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-8:1996	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E. coli.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-10:1996	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de mohos y levaduras viables.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-15:1996	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la presencia o ausencia de salmonella.</i>

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Norma Venezolana COVENIN 217 (*Harina de trigo* (2da. revisión). Comisión Venezolana de Normas Industriales, Caracas. 1989.
- Norma Colombiana ICONTEC 267. *Harina de trigo para panificación*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá. 1986 (2da. revisión).
- Norma Centroamericana ICAITI 34083. *Harina de origen vegetal. Harina de trigo*. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. 1986.
- Norma Española UNE 34400. *Harina de trigo*. Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid. 1952.

(Continúa)