



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS**  
**NATURALES Y DEL AMBIENTE**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

“OBTENCIÓN DE HARINA NIXTAMALIZADA DE TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*) CON MAYOR CONTENIDO DE CALCIO PARA ELABORACIÓN DE PAN”.

Tesis de Grado Previo 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.

*Auspiciado por el proyecto de investigación PINAP - 2011, Financiado por la UEB.*

**AUTOR:**

PACA ACÁN ANGEL RODRIGO

**DIRECTOR:**

Ing. Alim. CARLOS MORENO MEJÍA M.Sc.

**GUARANDA - ECUADOR**

2012

“OBTENCIÓN DE HARINA NIXTAMALIZADA DE TRES VARIEDADES  
DE PAPA (*Solanum tuberosum*) CON MAYOR CONTENIDO DE CALCIO  
PARA ELABORACIÓN DE PAN”.

REVISADO POR:

-----  
DIRECTOR DE TESIS  
Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía M.Sc.

APROBADO POR:

-----  
BIOMETRISTA  
Ing. Alim. Patricia Iza Iza M.Sc.

-----  
ÁREA TÉCNICA  
Dra. Herminia Sanaguano Salguero M.Sc.

-----  
REDACCIÓN TÉCNICA  
Ing. Vicente Domínguez Narváez

Fecha de defensa .....

## **AUTORÍA DE LA TESIS**

Yo, Paca Acán Angel Rodrigo, autor declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas del autor.

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

-----  
Angel Rodrigo Paca Acán

060399029-2

## *DEDICATORIA*

La presente investigación, fruto del esfuerzo y perseverancia previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial, está DEDICADO con mucho cariño y aprecio a: mi PADRE CELESTIAL DIOS creador por darme sabiduría e inteligencia espiritual, la fortaleza, la vida y guiarme, dando fuerzas y muchas bendiciones para culminar con una meta trazada en mi vida.

Este trabajo lo dedico con todo mi amor y cariño a mis queridos Padres: SEGUNDO y ASUNCIÓN por los esfuerzos y sacrificios hechos al darme la herencia más valiosa que pude recibir, por estar siempre a mi lado dándome sus valiosos consejos. A mis hermanas y hermanos, por su ayuda y comprensión. Esta tesis es una parte de mi vida y comienzo de otras etapas por esto y más, la dedico a mi querida esposa JANETH, por el inmenso amor, apoyo y comprensión que siempre me ha brindado, siendo para mí la base y motivación; mis suegros JOSÉ y ROSA sin ustedes no hubiese sido posible poder terminar esta etapa de mi formación profesional.

Sobre todo este trabajo la dedico a mi querida Hija el regalo más precioso y tierno que me dio el Señor DIOS todo poderoso MAGALY LIZBEHT, la persona por la cual lucho todos los días y es el pilar fundamental de mi vida.

De una manera muy especial a todos quienes fueron y serán mis verdaderos amigos, que en este camino difícil pero no imposible que he tenido que recorrer, han estado ahí dándome aliento y fortaleza en seguir adelante, quienes me daban impulso en momentos que no podía; gracias a Dios y a ellos, culminaré otro reto en mi vida. A todos mil gracias.

*Angel P.*

## *AGRADECIMIENTO*

Antes que nada quiero dar gracias a Dios quien ha sido mi soporte y compañía constante durante mis estudios.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, por abrirme las puertas al aprendizaje durante esos años de estudios superiores, y a todos los docentes con calidad profesional pero sobre todo humana me permitieron satisfacer de sus experiencias y conocimientos.

A los distinguidos Docentes miembros del tribunal que guiaron mi investigación: Ingeniero: Carlos Moreno, Director; Ingeniera: Patricia Iza, Biometrista; Ingeniero: Vicente Domínguez, Redacción Técnica y Doctora: Herminia Sanaguano, Área Técnica; quienes nos impartieron sus conocimientos, ideas y orientación colaborando durante la realización de este arduo trabajo.

Un sincero agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar por el financiamiento de la presente investigación y de manera muy especial quiero dejar constancia de mi agradecimiento leal y profundo reconocimiento al Ing. Carlos Moreno M. M.Sc, Director del proyecto quien me aceptó ser parte de este equipo de investigadores como Becario, quien me apoyó con sus conocimientos en la planificación y desarrollo para culminar con éxito este proyecto que me servirá para mi futuro profesional.

Además agradezco al equipo de investigadores quienes participaron en este proyecto de investigación financiado por la UEB.

*Angel P.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Nº	Descripción	Pág.
	AUTORIA DE LA TESIS	II
	DEDICATORIA	III
	AGRADECIMIENTO	IV
	ÍNDICE DE CONTENIDO	V
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	4
2.1.	LOS TUBÉRCULOS	4
2.1.1.	Antecedentes	4
2.2.	LA PAPA	4
2.2.1.	Origen de la papa	5
2.2.2.	Clasificación taxonómica	6
2.2.3.	Descripción botánica	6
2.2.4.	Valor nutritivo de la papa	7
2.2.5.	Composición química de la papa	8
2.2.6.	Propiedades y usos de la papa	8
2.2.6.1.	Valor medicinal	9
2.2.7.	Producción de la papa	9
2.2.7.1.	Producción mundial	9
2.2.7.2.	Producción nacional	10
2.2.7.3.	Producción provincial	10
2.2.8.	Importancia de la papa	10
2.2.9.	Variedades de papas cultivadas en Ecuador	11
2.2.9.1.	Variedad Superchola	11
2.2.9.2.	Variedad Gabriela	13
2.2.9.3.	Variedad Friepapa	14
2.3.	AGROINDUSTRIA DE LA PAPA	15
2.3.1.	Métodos de deshidratación de la papa	15
2.3.2.	Harina	16
2.3.2.1.	Harina de papa	16
2.3.2.2.	Beneficios de la harina de papa	17

2.3.3.	Nixtamalización	17
2.3.3.1.	Óxido de calcio	17
2.3.3.2.	Eritorbato de sodio	18
2.3.4.	Importancia del calcio	18
2.4.	PANIFICACIÓN	19
2.4.1.	Mezcla de trigo con harinas de otros cereales	20
2.4.1.1.	Mezclas con harina de papa	20
2.4.2.	El pan	21
2.4.2.1.	Características del pan	21
2.4.2.2.	Valor nutricional del pan	22
2.4.3.	Ingredientes y sus funciones en panadería	24
2.4.3.1.	Componentes característicos de la harina	24
	a).- Clases de harina para pan	24
2.4.3.2.	La levadura	24
2.4.3.3.	Agua	25
2.4.3.4.	Sal	25
	a).- Características de sal a utilizar	25
2.4.3.5.	Azúcar	25
2.4.3.6.	Grasas	26
	a).- Función de la grasa en panificación	26
2.4.3.7.	Huevos	26
2.4.3.8.	Acido ascórbico	26
	a).- Función del ácido ascórbico en panificación	27
2.4.3.9.	Fermentación	27
	a).- Procesos químicos en la fermentación	27
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>29</b>
3.1.	MATERIALES	29
3.1.1.	Localización del proyecto de investigación	29
3.1.2.	Ubicación del proyecto	29
3.1.3.	Situación geográfica	29
3.1.4.	Material experimental	30
3.1.5.	Fuentes de información	30

3.2.	EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES	30
3.2.1.	Equipos	30
3.2.2.	Reactivos	31
3.2.3.	Materiales	32
3.2.3.1.	Materiales de laboratorio	32
3.2.3.2.	Materiales de campo	32
3.2.3.3.	Materiales de oficina	33
3.3.	MÉTODOS	33
3.3.1.	Factores en estudio	33
3.3.2.	Tratamientos	34
3.3.2.1.	Descripción del primer diseño experimental	34
3.3.2.2.	Tipo de diseño	35
3.3.2.3.	Respuestas experimentales	35
3.3.2.4.	Tipo de análisis	35
3.4.	MANEJO DEL EXPERIMENTO	36
3.4.1.	Descripción del proceso para la obtención de harina de papa nixtamalizada	36
3.4.2.	Diagrama de flujo para la obtención de harina de papa nixtamalizada	39
3.5.	ELABORACIÓN DE PAN CON HARINAS DE TRIGO Y PAPA NIXTAMALIZADA	40
3.5.1.	Tratamientos	40
3.5.1.1.	Descripción del segundo diseño experimental	40
3.5.1.2.	Procedimiento	40
3.5.1.3.	Respuesta experimental	41
3.5.1.4.	Tipo de análisis	41
3.6.	MANEJO DEL EXPERIMENTO PARA PAN ELABORADO CON HARINAS DE TRIGO Y PAPA NIXTAMALIZADA	41
3.6.1.	Descripción del experimento de la elaboración del pan	42
3.6.2.	Diagrama de flujo para elaboración del pan	44
3.7.	FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL PAN	45
3.8.	MÉTODOS DE ANÁLISIS	45

3.8.1.	Análisis en materia prima	45
	a).- Análisis bromatológico	45
3.9.	ANÁLISIS EN HARINA DE PAPA NIXTAMALIZADA	46
	a).- Análisis de calcio	46
3.10.	ANÁLISIS EN PRODUCTO PROCESADO	46
	a).- Análisis sensorial	46
	b).- Análisis bromatológico	47
	c).- Análisis microbiológico	47
	d).- Análisis costo/beneficio	47
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>48</b>
4.1.	MATERIA PRIMA	48
4.1.1.	Análisis bromatológico	48
4.1.2.	Análisis del contenido de calcio en las tres variedades papa	49
4.2.	ANÁLISIS EN HARINA DE PAPA NIXTAMALIZADA	50
4.2.1.	Análisis de calcio	50
4.3.	ANÁLISIS EN EL PRODUCTO TERMINADO	55
4.3.1.	Evaluación sensorial	55
4.3.1.1.	Análisis sensorial de pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada	56
	a).- Color	56
	b).- Apariencia	58
	c).- Sabor	60
	d).- Textura	63
	e).- Aceptabilidad	65
4.3.1.2.	Resumen de las cataciones del pan	67
4.4.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	68
4.4.1.	Evaluación bromatológica del mejor tratamiento del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada	68
4.4.2.	Análisis de calcio	69
4.5.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL MEJOR TRATAMIENTO	70
4.6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	71

4.6.1.	Análisis económico para pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada	71
<b>V.</b>	<b>VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	73
5.1.	HIPÓTESIS PLANTEADA PARA COMPROBAR EL CONTENIDO DE CALCIO EN HARINA DE PAPA NIXTAMALIZADA Y ACEPTABILIDAD DEL PAN	73
5.1.1.	Verificación de la hipótesis en el contenido de calcio en harina de papa nixtamalizada	73
5.1.2.	Verificación de la hipótesis en aceptabilidad para pan	74
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	75
6.1.	CONCLUSIONES	75
6.2.	RECOMENDACIONES	78
<b>VII.</b>	<b>RESUMEN Y SUMMARY</b>	80
7.1.	RESUMEN	80
7.2.	SUMMARY	82
<b>VIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	84
	ANEXOS	

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>
Anexo 1.	Ubicación del proyecto experimental
Anexo 2.	Croquis del proyecto /laboratorio de análisis y desarrollo de nuevos productos a base de cereales, Land'np -UEB
Anexo 3.	Hoja de cataciones
Anexo 4.	Medias de análisis sensorial del pan
Anexo 5.	Fotografías
Anexo 5.1.	Elaboración de harina de papa nixtamalizada
Anexo 5.2.	Análisis de calcio en harina de papa nixtamalizada
Anexo 5.3.	Elaboración del pan a base de harina de trigo y harina de papa nixtamalizada
Anexo 5.4.	Catación de los panes
Anexo 5.5.	Análisis bromatológico
Anexo 5.6.	Análisis microbiológico del pan
Anexo 6.	Normas para recuento microbiológico
Anexo 7.	Glosario de términos

## LISTA DE TABLAS

Nº	Descripción	Pág.
Tabla Nº 1	Factores en estudio del experimento	33
Tabla Nº 2	Combinación de A x B x C	34
Tabla Nº 3	Análisis de varianza (ADEVA)	35
Tabla Nº 4	Se considera un tratamiento a cada combinación de harina de trigo con harina de papa nixtamalizada	40
Tabla Nº 5	Análisis de varianza (ADEVA)	41
Tabla Nº 6	Formulación para la elaboración del pan a partir de la mezcla de harinas de trigo y papa nixtamalizada	45
Tabla Nº 7	Resultados de los análisis bromatológicos en las tres variedades de papa fresca	48
Tabla Nº 8	Resultados del contenido de calcio en tres variedades de papa fresca	49
Tabla Nº 9	Valores del contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada	50
Tabla Nº 10	Análisis de varianza del contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada	51
Tabla Nº 11	Rangos ordenados de Tukey en el contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada	52
Tabla Nº 12	Análisis de varianza para color en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	56
Tabla Nº 13	Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores tratamientos en color para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	57
Tabla Nº 14	Análisis de varianza para apariencia en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	59
Tabla Nº 15	Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores tratamientos en la apariencia de los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	59
Tabla Nº 16	Análisis de varianza para sabor en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	61

Tabla N° 17	Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores tratamientos en sabor para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	61
Tabla N° 18	Análisis de varianza para textura en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	63
Tabla N° 19	Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores tratamientos en textura para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	64
Tabla N° 20	Análisis de varianza para aceptabilidad en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	65
Tabla N° 21	Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores tratamientos en aceptabilidad para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	66
Tabla N° 22	Análisis Bromatológicos del mejor tratamiento del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada	68
Tabla N° 23	Valor del contenido de calcio en el pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada	69
Tabla N° 24	Análisis microbiológico del pan	70
Tabla N° 25	Análisis del costo beneficio del mejor tratamiento en la elaboración del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada	71
Tabla N° 26	Comprobación de Valores F en harina de papa nixtamalizada	73
Tabla N° 27	Comprobación de Valores F para el pan	74

## LISTA DE CUADROS

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
Cuadro Nº 1	Composición química de la papa cruda y harina de papa	8
Cuadro Nº 2	Valores de producción mundial de papa por regiones	9
Cuadro Nº 3	Características de calidad de la variedad Superchola	13
Cuadro Nº 4	Características de calidad de la variedad Gabriela	14
Cuadro Nº 5	Características de calidad de la variedad Fri papa	15
Cuadro Nº 6	Composición del pan blanco e integral	23
Cuadro Nº 7	Parámetros climáticos	29

## LISTA DE DIAGRAMAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
Diagrama N° 1	Diagrama de flujo para la obtención de harina de papa nixtamalizada	39
Diagrama N° 2	Diagrama de flujo para elaboración del pan	44

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
Gráfico N° 1	Planta de la Papa	5
Gráfico N° 2	Perfil de Tukey del contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada	53
Gráfico N° 3	Perfil de la interacción AxB en calcio de harinas de tres variedades de papa nixtamalizada	54
Gráfico N° 4	Perfil de la interacción AxC en calcio de harinas de tres variedades de papa nixtamalizada	54
Gráfico N° 5	Perfil de la interacción BxC en calcio de harinas de tres variedades de papa nixtamalizada	55
Gráfico N° 6	Perfil de los tratamientos para color en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	58
Gráfico N° 7	Perfil de los tratamientos para apariencia en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	60
Gráfico N° 8	Perfil de los tratamientos para sabor en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	62
Gráfico N° 9	Perfil de los tratamientos para textura en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	64
Gráfico N° 10	Perfil de los tratamientos para aceptabilidad en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada	66
Gráfico N° 11	Resumen de las cataciones del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada	67

## I. INTRODUCCIÓN

La papa se considera como uno de los vegetales más productivos que se cultiva en el mundo, y provee la mayor fuente de nutrición e ingreso para muchas sociedades. **Spooner, D/Hetterscheid, W. (2009).**

Ocupa un lugar importante en la agricultura, economía y seguridad alimentaria, situándose en el cuarto lugar de los cultivos o alimentos que sustentan la nutrición a nivel mundial, después del maíz, el trigo y el arroz, con una producción de 325 millones de toneladas en el 2007. En el mundo se consumen más de 200 millones de toneladas de papas al año, con un promedio de 31 kg por persona. **Eguillor, P. (2010).**

En América Latina la producción en el 2007 fue de un volumen de 15 682 943 Tm, con una superficie sembrada de 963 766 Ha y un rendimiento de 16,3 (Tm/Ha), donde se consumen aproximadamente 21 kg de papas por persona al año, en América Latina y otros países en desarrollo aumenta el consumo de papa fresca y procesada, pero en especial de la segunda, por lo que este tipo de productos es el que ofrece más oportunidades para la expansión a nivel de empresas de gran escala y eventualmente también de menor escala. **Eguillor, P. (2010).**

La producción de papa en Ecuador en el 2010 fue de 48 367 Ha de Área cosechada, con una cantidad de 270 846 Tm, un rendimiento de 5,60 Tm/Ha; y está concentrada en la sierra, siendo las principales provincias productoras Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, y Chimborazo que ocupan el 78% de superficie de la sierra con el 80% de producción. El consumo per cápita promedio de papa es de unos 25 kg por persona. (<http://www.magap.gob.ec>).

La producción en la provincia de Bolívar en el año 2010 fue de 11 122 Tm, de las 4 524 Ha cosechadas, un rendimiento de 2,46 Tm/Ha y se consume 38,75 kg por persona al año. (<http://www.magap.gob.ec>).

La papa en muchas partes del mundo es el alimento primordial para la alimentación del hombre, es rica en nutrientes energéticos, debido al alto contenido de almidón (65-80%) y presencia de azúcares 10%. Las vitaminas que contiene la papa son: carotenos, tiamina, riboflavina, ácido ascórbico, niacina, piridoxina, vitamina K, biotina, inositol y ácido pentoténico. Posee proteínas y aminoácidos que lo convierten en un alimento de alto valor biológico. **Pusimacho, M/Sherwood, S. (2002).**

Se ha establecido que el valor proteico de la papa es ligeramente mejor que el del trigo entero y que generalmente sus aminoácidos limitantes son la metionina y la cistina. **Pusimacho, M/Sherwood, S. (2002).**

En el caso de Ecuador, la industrialización de la papa es una actividad relativamente nueva que comenzó a desarrollarse en los últimos diez años. Es así que las industrias ofrecen diversos productos procesados o semiprocados que amplían las formas de consumirla. **Montesdeoca, F. (2000).**

La Nixtamalización es un procedimiento de antigüedad milenaria que logra, a través de la cocción de maíz en agua adicionada con cal, la gelificación de los almidones y otorga a la tortilla su proverbial flexibilidad y delicado sabor. **Rooney, L/Suhendro, E. (1999).**

La tendencia actual es desarrollar la harina de masa seca nixtamalizada, después de moler los granos secos y productos deshidratados como la papa que se ha procesado en diversos productos tales como la harina producto obtenido al secar el tubérculo después de ser molido, sin eliminar fibra, cenizas ni proteína y así prolongar su vida comercial. **Talburt, W/Smith, O. (1987).**

Resultando así un producto de excelentes niveles de calidad, alto contenido nutricional, óptimas características microbiológicas y aceptación, el cual es utilizado por las fábricas productoras de alimentos para consumo humano como materia prima. **Vaca, I/Campo, L. (2005).**

Al hablar de las harinas es hablar del pan. Fueron los egipcios quienes elaboraron por primera vez este delicioso alimento, posiblemente entre el quinto y séptimo milenio a.c. Elaboraron la masa con grano molido rudimentariamente y le añadían únicamente agua. Con el tiempo la preparación varía tanto en el proceso y cocción. **Poulin, G. (2008).**

En la actualidad el pan es un alimento básico elaborado con harina, generalmente de trigo, levadura o (masa madre), sal, agua y opcionalmente grasa o aceite, en ocasiones se añaden otros productos para conferirle determinadas cualidades. (<http://www.alimentacion-sana.org>).

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- ✓ Determinar el mejor porcentaje de CaO para el proceso de nixtamalizado de tres variedades de papa para elevar el contenido de calcio.
- ✓ Establecer la temperatura y tiempo de nixtamalización de tres variedades de papa.
- ✓ Determinar el mejor tratamiento de harina de papa nixtamalizada en base al contenido de calcio.
- ✓ Realizar sustituciones de la mejor harina de papa nixtamalizada al trigo importado para la elaboración de pan y su respectivo análisis de aceptabilidad.
- ✓ Realizar los análisis microbiológicos y bromatológicos del mejor tratamiento.
- ✓ Efectuar el análisis de costo/beneficio en el mejor tratamiento.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. LOS TUBÉRCULOS

#### 2.1.1. Antecedentes

Los tubérculos como la papa, oca, papalisa e isaño fueron domesticados en los Andes hace miles de años y son parte desde entonces de los patrones alimenticios de los pobladores andinos. **Hermann, M. (1992).**

Estas especies se asocian con la altitud, están cultivadas en pequeñas áreas bajo sistemas de producción tradicionales y en condiciones difíciles, pero son imprescindibles para asegurar la diversificación alimentaria y el sustento de las poblaciones que viven en mayor riesgo. Por lo tanto, las razones para promover la producción, conservación y uso de estos tubérculos se basan en fundamentos nutricionales, ecológicos y socio-económicos, que a través de los años continuamente han contribuido a la seguridad alimentaria de los pobladores andinos y son parte de su cultura y expresiones sociales.

Estos cultivos poseen una extraordinaria tolerancia a las enfermedades y plagas y se adaptan a ambientes marginales. Tienen un alto rendimiento en suelos pobres y bajo condiciones climáticas adversas. Como resultado ha evolucionado un mosaico muy complejo de agroecologías para estos cultivos. **Cajamarca, E. (2010).**

### 2.2. LA PAPA

La papa es un tallo subterráneo suculento con un alto contenido de hidratos de carbono, vitaminas y minerales. Es un alimento de origen vegetal que se le puede incluir en el grupo de hortalizas y verduras. Debido a su alto contenido de almidón desempeña funciones energéticas, y su alto contenido de vitaminas hidrosolubles,

minerales, fibras, y su cantidad no despreciable de proteínas desempeña funciones reguladoras del organismo. **Sémper, G. (2002).**

**Gráfico N° 1.** Planta de la Papa.



En el gráfico N° 1. Se presenta la planta de la papa, esta es un cultivo propio de la sierra ecuatoriana.

### **2.2.1. Origen de la papa**

La papa se cultiva desde hace ocho mil años y su lugar de origen ha sido muy discutido. En este momento hay certeza que proviene de la región andina, probablemente de Perú y también, de la isla Chiloé, ubicada al sur de Chile. **Borba, N. (2008).**

La mayor diversidad genética de papa (*Solanum tuberosum L.*) cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur. La primera crónica conocida que menciona la papa fue escrita por Pedro Cieza de León en 1538. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador. El centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Existe evidencia arqueológica que prueba que varias culturas antiguas, como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica, cultivaron la papa.

Aparentemente la evolución de las especies de papa cultivada se originó a partir del nivel diploide (dos pares de cromosomas). Por ejemplo, la especie diploide *Solanum phureja* se encontraba distribuida en tiempos prehispánicos desde el centro del Perú hasta Ecuador, Colombia y Venezuela. La diversificación posterior del cultivo ocurrió a través de la hibridación intra e interespecífica. De aproximadamente 2.000 especies conocidas dentro del género *Solanum*, entre 160 y 180 forman tubérculos; pero de éstos, sólo ocho son especies comestibles cultivadas. Existen cerca de 5.000 cultivares de papa, de los cuales hoy en día se cultivan en los Andes menos de 500. **Pusimacho, M/Sherwood, S. (2002).**

### **2.2.2. Clasificación taxonómica**

La clasificación taxonómica de la papa es la siguiente:

**Reino** : Plantae  
**Clase** : Angiospermae  
**Subclase** : Dicotiledónea  
**Orden** : Tubiflorales  
**Familia** : Solanaceae  
**Género** : Solanum  
**Especie** : Tuberosum

**Fuente:** La clasificación taxonómica de la papa. **Terranova. (2001).**

### **2.2.3. Descripción botánica**

La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto, generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura. El follaje normalmente alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. Las hojas son compuestas y pinnadas. Las hojas primarias de plántulas pueden ser simples, pero una planta madura contiene hojas compuestas en par y alternadas. Las hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo,

dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en las variedades mejoradas. Las papas silvestres se mantienen por largos periodos debido al continuo rebrote de los tubérculos. En contraste, las variedades cultivadas viven de cuatro a siete meses. Las plantas provenientes de semilla sexual poseen un sistema radicular muy fibroso, con raíz primaria, hipocotilo, cotiledones y epicotilo, a partir de los cuales se desarrolla el tallo y el follaje. En cambio, las plantas de cultivo comercial se originan de un tallo lateral que emerge de un brote proveniente de tubérculos usados como “semilla”. Las raíces son adventicias. **Pusimacho, M/ Sherwood, S. (2002).**

#### **2.2.4. Valor nutritivo de la papa**

La papa en muchas partes del mundo es el alimento primordial para la alimentación del hombre, es rica en contenido de carbohidratos, proteínas y energía intermedia que se observa en frutas, hortalizas y cereales. En cuanto al tipo de carbohidratos las papas se parecen más a los cereales ricos en almidones; por su parte la proteína de la papa presenta un valor biológico superior a la de los cereales, lo cual se debe a su mayor contenido en lisina aminoácido limitante en la proteína de los cereales. El contenido en lípidos no tiene importancia nutricional en las papas similarmente al resto de los grupos de alimentos considerados. **Pusimacho, M/Sherwood, S. (2002); (<http://www.alimentacion-sana.org>).**

Sin embargo, en contraste con los cereales las papas tienen vitamina C en cantidades similares a las que se observa en muchas frutas y hortalizas. Dentro de las vitaminas del complejo B destacan la tiamina y el ácido nicotínico observándose concentraciones sólo comparables a las de los cereales integrales. En cuanto a los minerales destaca el K ya que las concentraciones son superiores al de los grupos de alimentos considerados. (<http://www.alimentacion-sana.org>).

### 2.2.5. Composición química de la papa

Se ha encontrado mucha variación en el contenido de nutrientes, en el sentido de que los tubérculos no tienen una composición idéntica. **Herrera, M. (2002).**

En el Cuadro N° 1. Se observa la composición química de la papa cruda y harina de papa sobre la base de 100g de porción comestible.

**Cuadro N° 1:** Composición química de la papa cruda y harina de papa.

<b>Composición</b>	<b>Papa cruda</b>	<b>Harina de papa</b>
Humedad (g)	78,00	10,90
Energía suministrada (Kcal)	80,40	332,00
Proteína (g)	2,10	6,40
Grasa (g)	0,10	0,40
Fibra (g)	2,10	2,30
Ceniza	1,00	5,20
Ca (mg)	5,30	82,00
P (mg)	56,00	199,00
Fe (mg)	0,57	1,00

*Fuente: Sémpér, G. (2002); FAO Perú (2009).*

### 2.2.6. Propiedades y usos de la papa

Los usos de la papa son múltiples, tanto como producto fresco como industrializado, transformándola en uno de los alimentos más versátiles y generalizados. Su consumo, después de un proceso de cocción, puede ser como papa asada, cocida, frita, ensalada, puré, sopa, soufflé, chapalele, milcao, etc., dando fe de la variedad de usos. Aparte de otras formas de industrialización para alimento humano que dan origen a una enorme variedad y cantidad de productos procesados como los congelados, deshidratados, enlatados, licores, etc., la papa también se utiliza para la obtención industrial de almidón, dextrinas, glucosa, y

otros productos. Por último, también se utiliza en alimentación animal. **Suquilanda, M. (1996).**

### 2.2.6.1. Valor medicinal

- ✓ Protectora del hígado y de las funciones de la vesícula biliar.
- ✓ Excelente estimulante digestivo, diurético y por tanto muy útil frente a problemas de retención de líquidos.
- ✓ Reductora del colesterol y las tasas de grasa en sangre.
- ✓ Interesante para los diabéticos gracias a su contenido en insulina, sustancia que limita la concentración de azúcar en sangre tras las comidas. **Terranova. (2001).**

### 2.2.7. Producción de la papa

#### 2.2.7.1. Producción mundial

La producción mundial de papas en el año 2007 es de 325,30 millones de toneladas, como se observa en el cuadro N° 2.

**Cuadro N° 2:** Valores de producción mundial de papa por regiones.

<b>Región</b>	<b>Superficie (Ha)</b>	<b>Volumen (Tn)</b>	<b>Rendimiento(Tn/Ha)</b>
Asia y Oceanía	8.732.961	137.343.664	15,7
Europa	7.473.628	130.223.960	17,4
América del Norte	615.878	25.345.305	41,2
África	1.541.498	16.706.573	10,8
América Latina	963.766	15.682.943	16,3
<b>Total</b>	<b>19.327.731</b>	<b>325.302.445</b>	<b>16,8</b>

*Fuente: Eguillor, P. (2010).*

Asia y Europa son las principales regiones productoras de papa del mundo y en 2007 suministraron el 80% de la producción mundial. Si bien en África y América

Latina las cosechas fueron de un volumen mucho menor, la producción fue extraordinaria. América del Norte fue el primer productor indisputable del continente, con más de 40 toneladas por hectárea.

Asia consume casi la mitad del suministro mundial de papa, pero su enorme población significa que el consumo por persona fue de apenas 24 kilogramos en 2005. Los mayores consumidores de papa son los europeos. El consumo más bajo es en África y América Latina, pero está en aumento. (<http://www.potato2008.org/es/mundo/index.html>).

#### **2.2.7.2. Producción nacional**

La producción de papa en el Ecuador en el 2010 fue de 48 367 Ha de área cosechada, con una cantidad de 270 846 Tm, un rendimiento de 5,60 Tm/Ha; y está concentrada en la sierra, siendo las principales provincias productoras Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, y Chimborazo que ocupan el 78% de superficie de la sierra con el 80% de producción. El consumo per cápita promedio de papa es de unos 25 kg por habitante. (<http://www.magap.gob.ec/sigagro/index>).

#### **2.2.7.3. Producción provincial**

La producción en la provincia de Bolívar en el año 2010 fue de 11 122 Tm, de las 4 524 Ha cosechadas, un rendimiento de 2,46 Tm/Ha y se consume 38,75 kg por persona al año. (<http://www.magap.gob.ec/sigagro/index>).

#### **2.2.8. Importancia de la papa**

La papa es considerada como el cuarto alimento básico a nivel mundial, después del trigo, el arroz y el maíz.

El cultivo de la papa constituye una actividad económica importante en las provincias paperas de nuestro país. En el 2006, la superficie cosechada de papa en

el Ecuador fue de 42 029 hectáreas originando un volumen de producción de 40,427 toneladas métricas. (<http://www.potato2008.org/es/mundo/index.html>).

La papa es la principal fuente de alimento para los habitantes de las zonas altas del país, con un consumo anual per cápita que fluctúa según las ciudades: 122 kg en Quito, 80 kg en Cuenca y 50 kg en Guayaquil. Los restaurantes en Quito y Guayaquil consumen Alrededor de 16 294 t/año, principalmente de papa frita, a la francesa. **Andrade, H. (1997).**

### **2.2.9. Variedades de papas cultivadas en Ecuador**

Cada zona del país produce distintas variedades de papa que pueden ser clasificadas en dos grupos: nativas y mejoradas. Las primeras corresponden a cultivares locales que han sido sometidos a un proceso de selección empírica no solo a través de ciento, sino miles de años por parte de los agricultores y presión de la naturaleza (p.e., clima, plagas y enfermedades). Las variedades mejoradas son el resultado de una selección metódica realizada por investigadores con materiales nativos y exóticos. Entre las variedades cultivadas en el Ecuador, encontramos representantes de *S. tuberosum* y *S. phureja*. Sin embargo, otras especies silvestres, especialmente *S. demissum* y *S. vertifolium*, han aportado también como líneas parentales de las variedades actuales. **Pusimacho, M/ Sherwood, S. (2002).**

#### **2.2.9.1. Variedad Superchola**

**Subespecie:** Andígena

**Zonas recomendadas y altitud:** Norte y centro, 2800 a 3000 m.s.n.m.

**Follaje:** Tamaño grande, de vigor mediano, posee muchos foliolos pequeños, crecimiento erecto.

**Tallos:** De color verde, zigzagueantes pubescentes con prolongaciones aliformes rectas, de nudos delgados y cortes terminales.

**Flores:** Con corolas de pétalos morados y áster verde parduzco. Andróceo simétrico, con las anteras anaranjadas y el filamento estaminal blanco. Gineceo con el estigma verde oscuro, estilo largo blanco verdoso, ovario verde claro.

**Tubérculos:** Tamaño mediano, forma oval-elíptica, levemente aplanada en sus caras superior e inferior, piel rosada áspera que predomina en el tubérculo, áreas alrededor de los ojos grandes superficiales, con dominancia apical.

**Maduración a 3000 metros de altitud:** Tardía (210 días).

**Rendimiento potencial:** 25t/ha.

**Reacción a enfermedades:** Susceptible a la lancha (*Phytophthora infestans*) y a la roya (*Puccinia pittieriana*) y al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*).

**Usos:** Consumo en fresco; bastante harinosa, apta para puré y sopas. No se decolora al cocinar. **Pusimacho, M/Sherwood, S. (2002).**

En el Cuadro N° 3: Se presenta las características de calidad de la variedad Superchola.

**Cuadro N° 3:** Características de calidad variedad Superchola.

<b>Características</b>	<b>Promedio</b>
Materia seca %	20,92
Gravedad específica	1,08
Azúcares reductores %	0,25
Almidón %	15,02
Proteínas	7,94
Tiempo de cocción (min)	26,00

*Fuente: INIAP. (1998).*

### **2.2.9.2. Variedad Gabriela**

**Origen genético:** Algodona por chola.

**Subespecie:** Tuberosum por andígena.

**Zonas recomendadas y altitud:** Norte y centro, 2900 a 3200 m.s.n.m.

**Follaje:** Desarrollo rápido, tallos bastante fuertes, cubre muy bien el terreno; hojas grandes.

**Tubérculo:** Tubérculos entre medianos y grandes, forma oval, color rosado intenso en su mayor parte y crema alrededor de las yemas; pulpa crema y ojos superficiales.

**Maduración a 3000 metros de altitud:** Semitardía (180 días).

**Rendimiento potencial:** 40 t/ha.

**Reacción a enfermedades:** Susceptible a la lancha, moderadamente resistente a la roya, tolerante al nematodo del quiste de la papa y resistente a la roña.

**Usos:** consumo en fresco, puré, tortillas. **Pusimacho, M/Sherwood, S. (2002).**

En el Cuadro N° 4: Se presenta las características de calidad de la variedad Gabriela.

**Cuadro N° 4:** Características de calidad variedad Gabriela.

<b>Características</b>	<b>Promedio</b>
Materia seca %	18,92
Gravedad específica	1,08
Azúcares reductores %	0,18
Almidón %	12,02
Proteínas	8,28
Tiempo de cocción (min)	28,00

*Fuente: INIAP. (1998).*

### **2.2.9.3. Variedad Fripapa**

**Origen genético:** (Bulk Méjico x 378158.721) x i-1039.

**Subespecie:** Tuberosum x andígena.

**Zonas recomendadas y altitud:** Norte, 2.800 a 3.500 m.s.n.m.

**Follaje:** Tamaño mediano, color verde llamativo, cuatro tallos, hojas compuestas y numerosas.

**Tubérculo:** Relativamente grandes, de forma oblonga; piel de color rosado intenso, sin color secundario; pulpa amarilla y ojos superficiales.

**Maduración a 3000 metros de altura:** Semitardía (180 días).

**Rendimiento potencial:** 47 t/ha.

**Reacción a enfermedades:** Resistente a la lancha (*Phytophthora infestans*), medianamente susceptible a la roya (*Puccinia pittieriana*) y medianamente resistente a la cenicilla (*Oidium spp.*).

**Usos:** Consumo para procesamiento: papas fritas en forma de hojuelas (chips) y a la francesa. Consumo en fresco: sopas y puré. **Pusimacho, M/Sherwood, S. (2002).**

En el Cuadro N° 5: Se presenta las características de calidad de la variedad Fripapa.

**Cuadro N° 5:** Características de calidad de la variedad Fripapa.

<b>Características</b>	<b>Promedio</b>
Materia seca %	23,90
Gravedad específica	1,10
Azúcares reductores %	0,12
Almidón %	18,40
Proteínas	8,32
Tiempo de cocción (min)	23,00

*Fuente: INIAP. (1999).*

## **2.3. AGROINDUSTRIA DE LA PAPA**

### **2.3.1. Métodos de deshidratación de la papa**

- a. **Secado al aire libre y al sol:** Este método es muy económico en climas cálidos y secos, los productos se extienden sobre lienzos o bandejas.
- b. **Secado a la sombra o bajo abrigo:** Es un procedimiento simple y empleado a escala artesanal utilizando temperatura ambiente, se extiende los productos sobre papeles, bandejas o telas metálicas, las cuales permiten una mejor

aireación, se debe evitar la acción directa del sol y proteger los productos en días de lluvia o de niebla.

- c. **Secado con aire caliente:** Es el más utilizado en climas templado-húmedo ya que permite tratar con rapidez grandes cantidades de productos húmedos en corto tiempo, los equipos utilizados producen aire caliente y seco tomando contacto con el material húmedo. **Vaca, I/Campo, L. (2005).**

### **2.3.2. Harina**

Según el código Alimentario Español, deberá entenderse por harina, sin otro calificativo, el producto de molturar el trigo industrialmente limpio. Las harinas de otros cereales y leguminosas deberán llevar, junto a su nombre genérico, indicación del grano del cual proceden.

#### **2.3.2.1. Harina de papa**

Se entiende por harina el polvo que se obtiene de la molienda de los productos deshidratados de la papa, resultando así un producto de excelentes niveles de calidad, alto contenido nutricional, óptimas características microbiológicas y aceptación, el cual es utilizado por las fábricas productoras de alimentos para consumo humano como materia prima. Las harinas deben poseer una humedad de 7 a 8%, que es la óptima para no tener microorganismos patógenos. **Vaca, I/Campo, L. (2005).**

Para este procesado, se puede utilizar en forma indistinta las diversas variedades de papa.

Las papas empleadas pueden ser de tercera o cuarta categoría, pero se debe tener especial cuidado en el proceso de rectificación. **Herrera, M. (2002).**

### **2.3.2.2. Beneficios de la harina de papa**

- ✓ Contribuye a prevenir la anemia y propicia la adopción de prácticas adecuadas en seguridad alimentaria en niñas, niños, padres y madres, coadyuvando a mantener un estado nutricional adecuado.
- ✓ Aporte nutricional que brinda la energía y nutrientes necesarios para el mejor desenvolvimiento de los niños y niñas en el proceso de aprendizaje.
- ✓ El contenido de poseer vitaminas C, B1, B2, B6 es súper energético para la salud. **Córdova, A/Luna, J/Ronquillo, A. (2010).**

### **2.3.3. Nixtamalización**

La nixtamalización es un procedimiento de antigüedad milenaria que logra, a través de la cocción del maíz en agua adicionada con cal, la gelificación de los almidones y otorga a la tortilla y otros productos nixtamalizados su notoria flexibilidad y sabor. Los productos de maíz cocidos con cal son una fuente importante de energía, proteínas, fibra dietaria y calcio para las personas que dependen de estos productos como alimento principal. Las condiciones del procesamiento para la obtención del nixtamal varía dependiendo de: tipo de escala de producción (doméstica, comercial o industrial); del molino o tortilladora, de los hábitos regionales, de las formas de consumo y de la variedad del grano de maíz utilizado. **Véles, J. (2004).**

#### **2.3.3.1. Óxido de Calcio**

El óxido de calcio es utilizado en la industria alimenticia, de nixtamalización y de tratamiento de agua, pero su uso puede extenderse a todos aquellos mercados donde el uso de óxido de calcio sea parte del proceso de producción.

Sobresale el uso en la nixtamalización del maíz. Gracias a la acción del óxido de calcio que al reaccionar con el agua este se forma en hidróxido de calcio lo que produce una reacción físico-química que genera calor, de tal forma contribuye a suavizar y desprender la cascarilla del maíz. Debido a esta reacción las proteínas del maíz se hacen más digeribles y se dispone de la niacina presente en el grano, lo que impide enfermedades como la pelagra. A su vez la cal ayuda a agregar calcio al maíz, el cual posteriormente es asimilado por el cuerpo humano. (<http://www.horcalsa.com>).

#### **2.3.3.2. Eritorbato de sodio**

El eritorbato de sodio es un nuevo tipo de agente de antioxidación, antisepsia y conservación. Se considera como el aditivo alimentario legal por WHO (World Health Organization) y FAO (Food and Agricultural Organization). El eritorbato de sodio está producido adoptando la fermentación de microbios.

El eritorbato de sodio se aplica a la producción de carnes, cervezas, bebidas, mermeladas y pescados congelados, etc. Puede mantener el color y sabor natural de alimentos y alargar el período de garantía y no tiene ningún efecto secundario tóxico. (<http://www.gremount.com.cn>)

#### **2.3.4. Importancia del calcio**

El calcio es el mineral abundante en el cuerpo. En condiciones normales se absorbe de un 30 a 50%. Conformar cerca del 1,5 al 2% del peso corporal. El 99% del calcio se encuentra en huesos y dientes. El restante 1% está en la sangre y los líquidos extracelulares y dentro de las células de los tejidos blandos, donde regula muchas funciones metabólicas importantes. Además de su función en la construcción y mantenimiento de los huesos y los dientes, el calcio también afecta la función de transporte de las membranas celulares, quizá actuando como un estabilizador de membranas de los organelos celulares, la liberación de

neurotransmisores en las uniones sinápticas, la función de hormonas proteicas y la activación de enzimas intracelulares y extracelulares. **Piscoya, C. (2002).**

## **2.4. PANIFICACIÓN**

El sector de la panificación constituye una parte sustancial en la industria alimentaria, está arraigado en todos los países industrializados y en rápida expansión en las zonas del mundo en desarrollo. La principal atracción que la panadería ejerce en los consumidores es la gran variedad de productos que puede poner a su disposición. **Navas, G. (2009)**

Hoy en día el pan, en sus múltiples formas, es uno de los alimentos más ampliamente consumidos por la humanidad, tradicionalmente elaborado a partir de harina de trigo y en la actualidad elaborado con otros tipos de cereales que pueden molerse para obtener harina, pero la capacidad de las proteínas contenidas en el trigo para transformar una porción de harina y agua en una masa viscoelástica que se transforma en pan, queda limitada al trigo y otras pocas semillas de cereales de uso común. **Cauvin, S/Young, L. (1998).**

El pan se hace de una masa cuyos principales ingredientes son: harina de trigo, agua, levadura, azúcar y sal. Se puede añadir otros ingredientes como harina de otros cereales, grasa, harina de malta, harina de soja, alimentos de levadura, emulsionantes, leche y productos lácteos, fruta, gluten y mucho más. (<http://www.quiminet.com/ar>).

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 etanol, ácido acético, 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>. (<http://www.alimentacion-sana.org>).

### **2.4.1. Mezcla de trigo con harinas de otros cereales**

No hay duda que la bondad del pan depende sobre todo de su sabor, pero también hay otros factores que influyen sobre el sabor mismo y sobre su aspecto apetecible, que también está en relación con la blancura de la miga y con la cualidad de crujir de la costra, estos son la elasticidad de la red glutínica y del desarrollo de anhídrido carbónico. **Rollin, E. (1962).**

La mayor parte del pan producido en la actualidad se obtiene a partir de la harina de trigo que por su riqueza en gluten, permite elaborar un pan más ligero y sabroso. Los panes elaborados a partir de otros cereales menos ricos en gluten, como el centeno, son más densos y resultan más pesados. (<http://www.botanical-online.com/cereales.htm>).

Si una harina de trigo ofrece altas cualidades panificables (harina fuerte) podrá soportar en mezcla un porcentaje de harina de otro cereal más elevado; viceversa, si la harina de trigo es de débiles cualidades panificables (harina débil) el porcentaje deberá ser reducido; por tanto, tratando con el mismo porcentaje de mezcla de harina de trigo de cualidades panificables diversas, se obtendrá productos de panificación diversos. **Rollin, E. (1962).**

#### **2.4.1.1. Mezclas con harina de papa**

La papa contiene una importante cantidad de agua y casi en la misma proporción cruda que cocida. La papa puede ser puesta en la harina de trigo, para la elaboración de pan, de diversas maneras: en estado natural, precocida o en forma de fécula o bien en copo de patatas. **Rollin, E. (1962).**

El pan de papa es un alimento que permite la asimilación proteica de sus ingredientes en mayor cantidad que los elaborados con harina de trigo únicamente. Se estima que los panes de trigo tienen una menor digestibilidad proteica en comparación al pan de papa, ello significa que el uso de la papa en la

mezcla para hacer pan logra que casi la totalidad de las proteínas existentes en el pan sean asimiladas por el cuerpo y en forma más rápida. (<http://www.elcomercio.pe>).

El pan de papa es elaborado con tubérculos sancochados y prensados antes de ser mezclados con la harina de trigo, en que se mezcla un 30% de harina de papa y un 70% de harina de trigo, fortificado con hierro. (<http://www.elcomercio.pe>).

## **2.4.2. El pan**

El pan es un alimento básico elaborado con harina, generalmente de trigo, levadura (o masa madre), sal, agua y opcionalmente alguna grasa o aceite, en ocasiones se añaden otros productos para conferirle determinadas cualidades. También se elabora con otras harinas: centeno, cebada, maíz, arroz, patatas y soja. Lo que confiere al pan su esponjosidad es el gluten, como algunas de estas harinas carecen de gluten se suelen usar combinadas con la de trigo. (<http://www.alimentacion-sana.org>).

### **2.4.2.1. Características del pan**

Se usa el término pan para describir una variedad de productos de diferente forma, tamaño, textura, corteza, color, grado de firmeza, sabor y aroma y calidad sensorial. Las características de tales productos son diversas y, por ello no tiene sentido los términos de calidad buena o mala, excepto para el juicio de un atributo en particular, una baguette no es una baguette si no tiene una corteza crujiente, mientras que esa condición sería inaceptable en el típico pan norteamericano. **Cauvin, S/Young, L. (1998).**

Las características del pan y otros productos fermentados depende de la formación de la red de gluten en la masa, no solo para atrapar el gas procedente de la fermentación sino también porque contribuye directamente a la formación de una estructura alveolar en la miga que, tras el horneado, confiere una textura y

palatabilidad diferente a la de los otros productos horneados. **Cauvin, S/Young, L. (1998).**

Entre las características externas que con más frecuencia se estiman son las dimensiones, el volumen, la apariencia, el color y la formación de la corteza. Las dimensiones críticas para la mayoría de los panes son la longitud y la altura, estas se pueden medir a través de las reglas o cintas graduadas. La apariencia externa del producto, el color y formación de la corteza se estima por el contraste entre las áreas oscuras de la corteza y las más claras que se forma después del horneado y comúnmente se valoran mediante técnicas descriptivas. **Cauvin, S/Young, L. (1998).**

Por otro lado, el interés principal de las características internas del pan se limita normalmente al tamaño, número y distribución de los alveolos en la miga. La estructura de la miga en la mayoría de los panes horneados deducirá que el factor común de todas las variedades es la formación de alveolos de diferente forma, tamaño y distribución; cada alveolo está rodeado por una red de hebras conectadas entre sí, gluten coagulado en la que los gránulos de almidón y las partículas de salvado están firmemente incrustados. **Cauvin, S/Young, L. (1998).**

La textura de la miga del pan es de interés debido a las propiedades mecánicas de la misma, como firmeza y elasticidad y a menudo se trata de ligar estos parámetros con características asociadas a la palatabilidad/masticabilidad mediante la adaptación de los más fundamentales métodos físicos de análisis. **Cauvin, S/Young, L. (1998).**

#### **2.4.2.2. Valor nutricional del pan**

El pan es un alimento valioso desde el punto de vista nutricional, pues proporciona en un aporte moderado de energía, cantidades apreciables de diversos macro y micronutrientes. Es destacable como fuente de hidratos de carbono, proteínas, fibra, hierro, zinc y vitamina B1, también proporciona cantidades

importantes de magnesio, potasio, niacina, vitamina B2, ácido fólico y vitamina B6. Siendo interesante conocer su aporte de nutrientes por 100g, pero también por ración (40-50g) y no solo en valor absoluto, sino como porcentaje de las ingestas recomendadas para diversos individuos. Este conocimiento permite tener una idea de lo que aporta una ración de pan a la dieta de un individuo/colectivo y como puede contribuir a aproximar la dieta media a la recomendada y a cumplir con los objetivos nutricionales vigentes. **Ortega, R. (2008).**

En el Cuadro N° 6: Se presenta la composición del pan blanco e integral (energía y nutrientes aportados por 100g de producto).

**Cuadro N° 6:** Composición del pan blanco e integral.

<b>Componentes nutritivos</b>	<b>Pan blanco 100g</b>	<b>Pan integral 100g</b>
Energía (Kcal)	261,00	183,10
Proteínas (g)	8,47	8,00
Lípidos (g)	1,60	1,40
Hidratos de Carbono(g)	51,50	49,00
Fibra(g)	3,50	8,50
Calcio (mg)	56,00	21,00
Hierro (mg)	1,60	25,00
Yodo(mg)	4,70	1,00
Magnesio (mg)	25,10	91,00
Zinc (mg)	0,61	3,50
Sodio (mg)	540,00	423,00
Potasio (mg)	110,00	250,00
Vitamina B1 (mg)	0,09	25,00
Vitamina B2 (mg)	0,06	9,00
Niacina (mg)	2,98	3,80

*Fuente: (<http://www.dietas.net>).*

### 2.4.3. Ingredientes y sus funciones en panadería

La harina, el agua, la levadura y la sal son los ingredientes esenciales, que harán la masa además dentro del proceso de panificación generalmente se incluyen el azúcar y la grasa que no son absolutamente indispensable para elaborar el pan.

#### 2.4.3.1. Componentes característicos de la harina

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 cantidad en el grano de trigo.
- ✓ Insolubles: son las que forman el gluten.

(<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/itza/panificacion.doc>).

#### a).- 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.
- (<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/itza/panificacion.doc>).

#### 2.4.3.2. La levadura

La levadura biológica se compone de pequeñas celdillas u organismos vegetales, hongos microscópicos de la familia *sacharomycetes* que tienen como particularidad transformar los azúcares y almidones en alcohol produciendo anhídrido carbónico es decir la fermentación alcohólica.

Se entiende por levaduras un grupo particular de hongos unicelulares caracterizados por su capacidad de transformar los azúcares mediante mecanismos reductores o también oxidantes. Su reproducción es por gemación, particularmente activa en aerobiosis.

Para la fermentación de masas primarias se emplean levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*, capaz de fermentar azúcares produciendo anhídrido carbónico y alcohol. **Soto, P. (2000).**

#### **2.4.3.3. 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. **Gianola, G. (1990).**

#### **2.4.3.4. Sal**

La sal es un compuesto químico formado por Cloro y Sodio.

##### **a).- 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 ser blanca. **Gianola, G. (1990).**

#### **2.4.3.5. Azúcar**

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

El azúcar es higroscópico, absorbe humedad y trata de guardarse con el agua. Le da suavidad al producto. **Gianola, G. (1990).**

#### **2.4.3.6. Grasas**

La grasa es esencial en panificación y se recomienda como mínimo, cantidades del orden de 907g por 45,5kg. Es preferible una grasa especial con alto punto de fusión, por ejemplo, de 39 a 40 °C. **Gianola, G. (1990).**

##### **a).- 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. **Gianola, G. (1990).**

#### **2.4.3.7. Huevos**

Muchos panes de levadura se hacen sin huevo. Cuando los huevos se incluyen en la masa hacen que el producto se vea más atractivo y tenga un mejor sabor. La proteína del huevo proporciona una elasticidad adicional a la masa sin hacerla pegajosa. **Soto, P. (2000).**

#### **2.4.3.8. Ácido ascórbico**

La vitamina C (ácido ascórbico), es una sustancia antioxidante que mejora la masa, ya que refuerza las propiedades mecánicas del gluten, aumenta la capacidad de retención del gas carbónico dando como resultado un pan con mayor volumen y una miga más uniforme. Hoy en día el principal agente antioxidante que se usa en el mundo es precisamente el ácido ascórbico, tipificado como E-300 e

introducido en 1935 por Jorgensen, vistas las acciones positivas sobre las masas de harina. (<http://www.panaderia.com>).

#### **a).- Función del ácido ascórbico en panificación**

El uso de ácido ascórbico produce los siguientes efectos sobre la masa y el pan:

- ✓ Aumenta la tenacidad y la elasticidad de la masa.
- ✓ Aumenta la capacidad de absorción de agua de la masa.

Mejora el volumen del pan y sus características:

- Color de corteza más claro y brillante.
- Miga más blanca y de alveolado más uniforme. (<http://www.panaderia.com>).

#### **2.4.3.9. Fermentación**

Se puede definir la fermentación como la transformación que sufren ciertas materias orgánicas bajo la acción de enzimas segregadas por microorganismos. Se trata pues de un proceso de naturaleza bioquímica. **Casp, A/Abril, J. (2003).**

#### **a).- Procesos químicos en la fermentación**

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

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

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

gas y a las modificaciones de las características plásticas de la masa permitiendo dicha expansión.

Como ya se ha dicho anteriormente la fermentación comienza en el amasado y termina en el horno, produciéndose paralelamente la muerte de las células de la levadura y la formación de estructura del pan, bien definido en la gelatinización y posterior cristalización del almidón, caramelización de los azúcares restantes y desnaturalización de las proteínas. Para ello es necesario un equilibrio entre ambas reacciones, que por un lado, ayuden al aguante de la gasificación sin que el pan se debilite a la entrada del horno y por otro lado, exista una correcta fijación de la estructura del pan. **Calaveras, J. (1996).**

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES

##### 3.1.1. Localización del proyecto de investigación

El siguiente proyecto se realizó en el Laboratorio de LAND`NP, de la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, con el auspicio del proyecto de investigación PINAP-2011, financiada por la U.E.B. ubicado en la ciudadela Alpachaca, Avenida Ernesto Che Guevara s/n y Avenida Gabriel Secaira, ciudad de Guaranda Provincia Bolívar.

##### 3.1.2. Ubicación del proyecto

UBICACIÓN	LOCALIDAD
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Guanajo
Sector	Alpachaca Km 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Vía Ambato
Lugar	Universidad Estatal de Bolívar ( <b>Laboratorio Land`np</b> )

##### 3.1.3. Situación geográfica

**Cuadro N° 7.** Parámetros climáticos.

PARAMETROS	VALOR
Altitud	2640 m.s.n.m.
Latitud	01°36'52"S
Longitud	78°59'54"W
Temperatura máxima	21°C
Temperatura mínima	7°C
Temperatura media anual	14,4°C
Humedad relativa	70%
Precipitación	1100mm

*Fuente: Estación Meteorológica Laguacoto II, Guaranda-Ecuador. (2011).*

### **3.1.4. Material experimental**

Para realizar el presente proyecto de investigación, las materias primas que se utilizó fue tres variedades de papa:

- ✓ Variedad Superchola
- ✓ Variedad Gabriela
- ✓ Variedad Fripapa

### **3.1.5. Fuentes de información**

Para realizar el presente proyecto se recopiló información en:

- ✓ Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuario. (INIAP)
- ✓ Instituto Ecuatoriano de Normalización. (INEN)
- ✓ Universidad Técnica de Ambato. (UTA)
- ✓ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (ESPOCH)
- ✓ Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca. (MAGAP)
- ✓ Ministerio de Salud Pública. (MSP)
- ✓ Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (INEC)
- ✓ Bibliotecas Públicas
- ✓ Páginas Web (Internet)
- ✓ Revistas, documentos, folletos, publicaciones, etc.

## **3.2. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES**

### **3.2.1. Equipos**

- ✓ Autoclave
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Termómetro
- ✓ Cabina de flujo laminar

- ✓ Campana extractora de gases
- ✓ Digestor de proteína
- ✓ Destilador de agua
- ✓ Determinador de fibra
- ✓ Determinador de grasa
- ✓ Determinador de humedad
- ✓ Determinador de proteína
- ✓ Esterilizador
- ✓ Estufa
- ✓ Incubadora
- ✓ Espectrofotómetro
- ✓ Horno
- ✓ Deshidratador

### **3.2.2. Reactivos**

- ✓ Eritorbato de sodio
- ✓ Óxido de calcio
- ✓ Cloruro de sodio
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ Hidróxido de sodio
- ✓ Ácido ascórbico
- ✓ Ácido nítrico
- ✓ Éter de petróleo
- ✓ Ácido bórico
- ✓ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- ✓ Alcohol
- ✓ Agua destilada
- ✓ Rojo de metilo
- ✓ Optanol
- ✓ Agares (PCA, PDA, PC)
- ✓ Kit calcio

### **3.2.3. Materiales**

#### **3.2.3.1. Materiales de laboratorio**

- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Pipetas
- ✓ Probetas
- ✓ Erlenmeyers
- ✓ Gradilla
- ✓ Buretas
- ✓ Crisoles
- ✓ Vasos de precipitación
- ✓ Cajas petri
- ✓ Desecador
- ✓ Pera de succión
- ✓ Balones de aforación
- ✓ Espátulas
- ✓ Cubas

#### **3.2.3.2. Materiales de campo**

- ✓ Cocina industrial
- ✓ Ollas
- ✓ Cuchillos
- ✓ Bandejas
- ✓ Recipientes plásticos
- ✓ Molino
- ✓ Fósforo
- ✓ Fundas plásticas
- ✓ Tamizadores

### 3.2.3.3. Materiales de oficina

- ✓ Computadora
- ✓ Impresora
- ✓ Cámara digital
- ✓ Filmadora
- ✓ Calculadora
- ✓ Flash memory
- ✓ Cd's
- ✓ Papel bond
- ✓ Libreta de anotaciones
- ✓ Esferográficos
- ✓ Materiales personales (mandil, cofia, mascarilla y guantes)

## 3.3. MÉTODOS

### 3.3.1. Factores en estudio

**Tabla N° 1.** Factores en estudio del experimento.

<b>Factor A:</b>	<b>Variedades de papas:</b> A <sub>1</sub> = INIAP – Gabriela. A <sub>2</sub> = INIAP – Fripapa. A <sub>3</sub> = Superchola.
<b>Factor B:</b>	<b>Porcentajes de CaO:</b> B <sub>1</sub> = 1%. B <sub>2</sub> = 2%. B <sub>3</sub> = 3%.
<b>Factor C:</b>	<b>Tiempos de cocción:</b> C <sub>1</sub> = 3 min. C <sub>2</sub> = 5 min.

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

### 3.3.2. Tratamientos

**Tabla N° 2.** Combinación de A x B x C, según el siguiente detalle:

<b>Tratamiento</b>	<b>Cód.</b>	<b>Detalle</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	INIAP - Gabriela + 1% CaO + 3 min
<b>T<sub>2</sub></b>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	INIAP - Gabriela + 1% CaO + 5 min
<b>T<sub>3</sub></b>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	INIAP - Gabriela + 2% CaO + 3 min
<b>T<sub>4</sub></b>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	INIAP - Gabriela + 2% CaO + 5 min
<b>T<sub>5</sub></b>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	INIAP - Gabriela + 3% CaO + 3 min
<b>T<sub>6</sub></b>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	INIAP - Gabriela + 3% CaO + 5 min
<b>T<sub>7</sub></b>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	INIAP - Fri papa + 1% CaO + 3 min
<b>T<sub>8</sub></b>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	INIAP - Fri papa + 1% CaO + 5 min
<b>T<sub>9</sub></b>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	INIAP - Fri papa + 2% CaO + 3 min
<b>T<sub>10</sub></b>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	INIAP - Fri papa + 2% CaO + 5 min
<b>T<sub>11</sub></b>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	INIAP - Fri papa + 3% CaO + 3 min
<b>T<sub>12</sub></b>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	INIAP - Fri papa + 3% CaO + 5 min
<b>T<sub>13</sub></b>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	Superchola + 1% CaO + 3 min
<b>T<sub>14</sub></b>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	Superchola + 1% CaO + 5 min
<b>T<sub>15</sub></b>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	Superchola + 2% CaO + 3 min
<b>T<sub>16</sub></b>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	Superchola + 2% CaO + 5 min
<b>T<sub>17</sub></b>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	Superchola + 3% CaO + 3 min
<b>T<sub>18</sub></b>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	Superchola + 3% CaO + 5 min

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

#### 3.3.2.1. Descripción del primer diseño experimental

El primer diseño experimental es un “Diseño Trifactorial” (AxBxC) con dos réplicas para 18 tratamientos, el mismo que se lo aplicó en las variables evaluadas durante el proceso de elaboración de la harina de papa nixtamalizada.

### 3.3.2.2. Tipo de diseño

Trifactorial	3x3x2x2
Número de tratamientos	18
Número de repeticiones	2
No. Unidad investigativa	36
Unidad investigativa	250 g

### 3.3.2.3. Respuestas experimentales

Para la respuesta experimental se realizó la determinación de la mayor concentración de Ca, según el método fotométrico SQ-200 modificado, en la harina de papa nixtamalizada. Donde el mejor tratamiento de harina con mayor contenido de calcio se utilizó para la elaboración de pan.

### 3.3.2.4. Tipo de análisis

**Tabla N° 3.** Análisis de varianza (ADEVA) según el detalle:

Fuente de variación		Grados de libertad
Total	(abcr-1)	35
Repeticiones	(r-1)	1
Factor A	(a-1)	2
Factor B	(b-1)	2
Factor C	(c-1)	1
A x B	(a-1) (b-1)	4
A x C	(a-1) (c-1)	2
B x C	(b-1) (c-1)	2
A x B x C	(a-1) (b-1) (c-1)	4
Error	(a x b x c- 1) (r-1)	17

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

✓ Prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de los tratamientos.

### **3.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

Para efectuar el presente trabajo de investigación se utilizó tres variedades de papa: Gabriela, Fripapa y Superchola, adquirida de los productores de papa de la provincia Bolívar, donde fue importante realizar observaciones en la materia prima.

#### **3.4.1. Descripción del proceso para la obtención de harina de papa nixtamalizada**

##### **a).- Recepción**

Se receipta la matera prima.

##### **b).- Selección**

Mediante este paso nos permite eliminar las materias extrañas presentes en las papas.

##### **c).- Lavado**

Actividad en la cual se lavan las papas retirando tierra e impurezas de las mismas.

##### **d).- Pesado 1**

Se realiza para conocer el peso de la materia prima.

##### **e).- Pelado**

Se realiza con la finalidad de quitar la cáscara de la parte comestible.

**f).- Pesado 2**

Se realiza para conocer el peso de la materia prima para el nixtamalizado.

**g).- Troceado – Inmersión**

Permite a las papas darles la forma de bastoncitos y se coloca en una solución de NaCl al 4%.

**h).- Ecurrido**

Se lo realiza con la ayuda de un tamizador para escurrir el agua del tratamiento con NaCl.

**i).- Inmersión**

Se lo realiza en una solución de Eritorbato de sodio a 0.4 %, por 30 minutos.

**j).- Ecurrido**

Se lo realiza con la ayuda de un tamizador para escurrir el agua del producto.

**k).- Nixtamalizado**

Es un tratamiento con el CaO al 1, 2 y 3% de concentración donde el agua de cocción está a 90 °C, con tiempos de cocción de 3 y 5 minutos, en una relación 3:1 (agua:papa), donde la temperatura será controlada con el termómetro y el tiempo con la ayuda de un reloj.

**l).- Ecurrido**

Se lo realiza con la ayuda de un tamizador para escurrir el agua de cocción.

**m).- Lavado**

Se realiza tres lavados para eliminar residuos de cal presentes en los bastoncitos de papa.

**n).- Secado**

Los bastoncitos precocidos se deshidratan en el secador de bandejas a una temperatura de 45 a 55 °C, hasta alcanzar un porcentaje de humedad de entre 7-12%.

**o).- Molienda**

Consiste en moler la papa en un molino de discos; con la finalidad de obtener harina con una granulometría aceptable para panadería.

**p).- Enfundado**

Una vez obtenida la harina se procede a colocar en fundas plásticas de polietileno, para su conservación y almacenamiento.

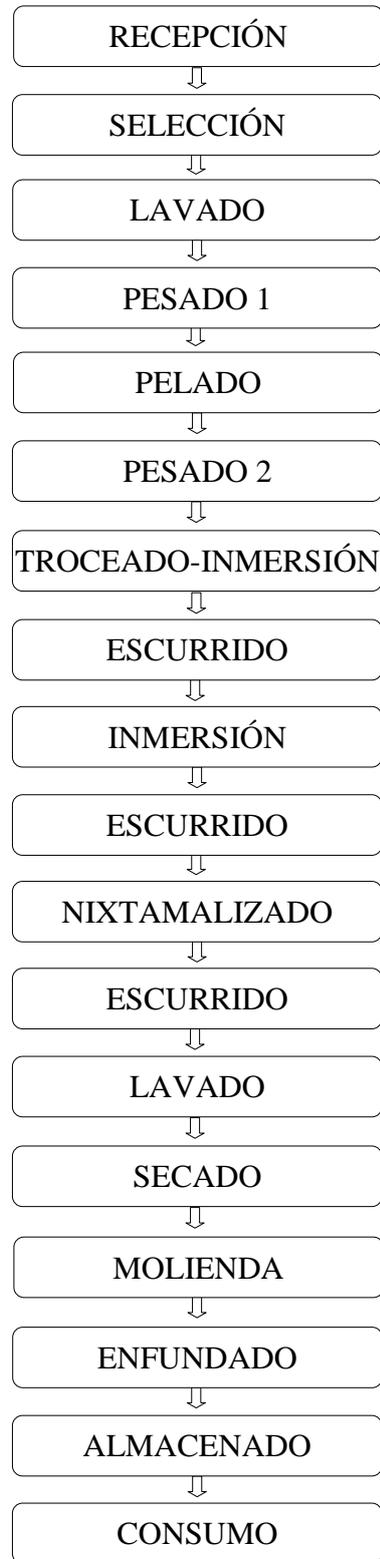
**q).- Almacenado**

Se realiza en ambientes frescos y secos para su posterior utilización.

**r).- Consumo**

La harina obtenida de papa nixtamalizada, esta lista para el consumo para utilizarla en diferentes procesos tecnológicos.

### 3.4.2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de papa nixtamalizada



### 3.5. ELABORACIÓN DE PAN CON HARINAS DE TRIGO Y PAPA NIXTAMALIZADA

- ✓ Harina de trigo importado
- ✓ Harina de papa nixtamalizada (el mejor tratamiento)

#### 3.5.1. Tratamientos

**Tabla N° 4.** Se considera un tratamiento a cada combinación de harina de trigo con harina de papa nixtamalizada de acuerdo al siguiente detalle:

Tratamientos	Detalle
T <sub>1</sub>	Harina de Trigo 90% + Harina de Papa Nixtamalizada 10%
T <sub>2</sub>	Harina de Trigo 80% + Harina de Papa Nixtamalizada 20%
T <sub>3</sub>	Harina de Trigo 70% + Harina de Papa Nixtamalizada 30%

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

##### 3.5.1.1. Descripción del segundo diseño experimental

El diseño experimental que se aplicó es un “Diseño de Bloques Completamente al Azar” con dos réplicas, el cual se lo utilizó en las variables evaluadas en el proceso de elaboración del pan con harinas de trigo y papa nixtamalizada (el mejor tratamiento).

##### 3.5.1.2. Procedimiento

Número de tratamientos	3
Número de repeticiones	2
No. Unidad investigativa	6
Unidad investigativa	75 g (C.U.)

### 3.5.1.3. Respuesta experimental

Para la respuesta experimental se realizó los análisis sensoriales de los panes, elaborados con diferentes porcentajes de sustitución de harina de papa Nixtamalizada (el mejor tratamiento) en harina de trigo. Esta evaluación se realizó con personas semi-entrenadas (análisis sensorial), teniendo como base la técnica de calificación por medio de escala de intervalo citado por **Wittig, E. (2001)**.

### 3.5.1.4. Tipo de análisis

**Tabla N° 5.** Análisis de varianza (ADEVA) según el detalle:

Fuente de variación		Grados de libertad
Total	(tr-1)	5
Tratamientos	(t-1)	2
Repeticiones	(r-1)	1
Error	(t-1) (r-1)	2

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

- ✓ Prueba de Tukey al 5%, para comparar promedios de los tratamientos.
- ✓ Análisis estadístico de ANOVA para las pruebas organolépticas.
- ✓ Análisis del presupuesto de Costo/Beneficio en el mejor tratamiento.

## 3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO PARA PAN ELABORADO CON HARINAS DE TRIGO Y PAPA NIXTAMALIZADA

Para realizar el siguiente trabajo se utilizó la harina de trigo importado. A esta harina se le sustituyó con un 10, 20 y 30% de harina de papa nixtamalizada (del mejor tratamiento), en la elaboración del pan.

### **3.6.1. Descripción del experimento de la elaboración del pan**

#### **a).- Recepción**

Se receipta la materia prima a utilizar en el área de procesamiento.

#### **b).- Dosificado**

De acuerdo al porcentaje de sustitución del 10, 20 y 30% de harina de papa nixtamalizada se realiza la mezcla con harina de trigo y el resto de ingredientes.

#### **c).- Amasado**

Se procede a realizar el amasado con todos los ingredientes, controlando el pH de la masa a un valor de 5,5 a 6,0 (norma INEN 95:1979) con el ácido ascórbico y se observa la textura de la masa para que no queden grumos.

#### **d).- Reposo**

Se deja la masa en reposo durante 30 minutos.

#### **e).- Corte**

Luego se estira la masa en la mesa de trabajo y se corta en tamaños uniformes.

#### **f).- Boleado**

Una vez cortada la masa se forma bolitas de tamaño uniforme.

#### **g).- Reposo**

Después del boleado se deja en reposo por 10 minutos.

**h).- Moldeado**

Consiste en dar a la pieza su forma concreta y definitiva, y estas se van colocando en las latas previamente engrasadas.

**i).- Reposo**

Se deja reposar por 40 minutos antes de pasar al horno. Durante el reposo la levadura provoca la hinchazón aumentando el volumen de la masa.

**j).- Horneado**

Proceso donde se somete a la masa a una temperatura aproximada de 180 °C, durante unos 10 minutos.

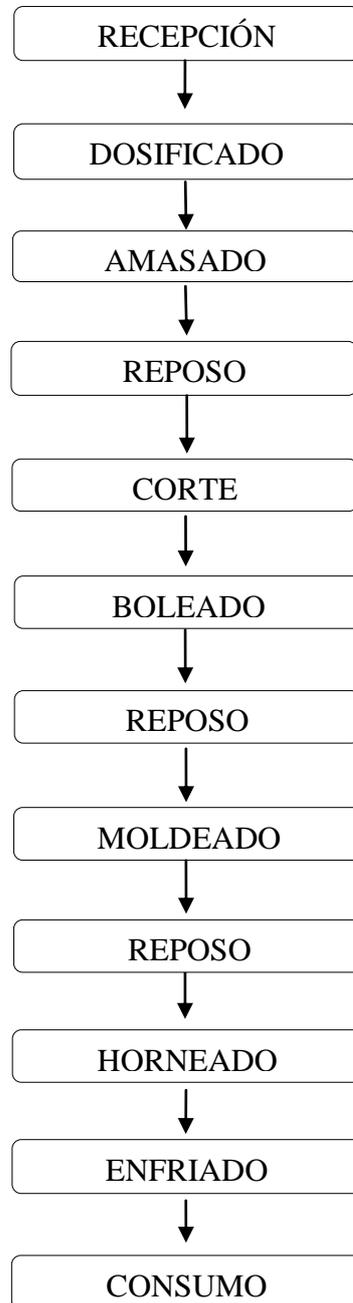
**k).- Enfriado**

Cuando los panes se encuentren horneados adecuadamente, se retiran del horno y se colocan en bandejas de acero inoxidable con el fin de enfriarlos.

**l).- Consumo**

El producto está listo para ser consumido.

### 3.6.2. Diagrama de flujo para elaboración del pan



### 3.7. FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL PAN

Para la elaboración del pan se utilizó las harinas de trigo importado y el mejor tratamiento de harina de papa nixtamalizada en base a su mayor contenido de calcio.

**Tabla N° 6. Formulación para la elaboración del pan a partir de la mezcla de harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

Formulación para pan	
(80% - 20%)	
Ingredientes	Cantidad
Harina de trigo	400 g
Harina de papa	100 g
Azúcar	55 g
Grasa	50 g
Margarina	50 g
Sal	10 g
Levadura	15 g
Agua	225 ml
Huevos	2 uni.
A. ascórbico	5 g

*Fuente: Panadería y pastelería La Delicia. (2012).*

### 3.8. MÉTODOS DE ANÁLISIS

#### 3.8.1. Análisis en materia prima

a).- **Análisis Bromatológico:** Esto se realizó a partir de las siguientes técnicas:

- **Humedad.**

Según el método; (AOAC 24.003).

- **Proteína.**  
Según el método; (AOAC 14.068).
- **Grasa.**  
Según el método; (AOAC 24.0059).
- **Fibra.**  
Según el método; (AOAC 7.061).

### **3.9. ANÁLISIS EN HARINA DE PAPA NIXTAMALIZADA**

#### **a).- Análisis de calcio**

Según el método fotométrico SQ -200 modificado.

Según este método de análisis se determinó de todos los tratamientos en estudio a la harina con mayor contenido de calcio (el mejor tratamiento) y esta se utilizó para la elaboración de pan.

### **3.10. ANÁLISIS EN PRODUCTO PROCESADO**

#### **a).- Análisis Sensorial**

Las pruebas sensoriales del producto elaborado (pan) fueron: **color, apariencia, sabor, textura y aceptabilidad**. Para los análisis estadísticos se utilizó Statgraphics complementando con una prueba de comparación múltiple de Tukey, de las cuales se determinó el mejor tratamiento por pruebas de catación. Según el método citado por **Wittig, E. (2001)**. Una vez determinada el mejor tratamiento de sustitución de la mezcla en harina de trigo con harina de papa nixtamalizada se realizó los siguientes análisis:

**b).- Análisis bromatológico:**

Se realizó los análisis bromatológicos correspondientes a: Humedad (AOAC 24.003), Proteína (AOAC 14.068), Grasa (AOAC 24.0059), Fibra (AOAC 7.061) y Cenizas (AOAC 14.0069).

**c).- Análisis microbiológico**

Se realizó los análisis microbiológicos correspondientes solo en el mejor tratamiento determinado según las pruebas de catación.

- ✓ Recuento total de mesófilos.  
Según el método AF V 08-051 incubar a 30°C por 72 horas.
- ✓ Mohos y Levaduras.  
Según el método, AF V 08-059, incubar a 25°C por 72 horas.
- ✓ Coliformes totales y *Escherichia coli*.  
Según el método, NF V 08-050, técnica de rutina para la numeración de Coliformes mediante el recuento de colonias a 30°C. (ISO 4831).  
Según el método, NF V 08-053, técnica de rutina para el recuento de *Escherichia coli beta-glucuronidasa positivos*. (ISO 7251, Técnicas del NMP).

**d).- Análisis Costo/Beneficio**

Del mejor tratamiento se realizó un análisis Costo/Beneficio.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. MATERIA PRIMA

#### 4.1.1. Análisis bromatológico

El propósito principal de un análisis proximal es determinar en un alimento, el contenido de humedad, grasa, proteína, fibra y ceniza. 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 control de calidad y determinar si los productos terminados alcanzan los estándares establecidos por los productores y consumidores. **Zamora, M. (2009).**

**Tabla N° 7. Resultados de los análisis bromatológicos en tres variedades de papa fresca.**

Porcentajes en base seca *				
Variedades de papa	Humedad	E.E.	Proteína	Fibra
	%	%	%	%
<b>Papa Gabriela</b>	73,60	0,10	2,20	0,30
<b>Papa Fripapa</b>	78,78	0,11	2,10	0,40
<b>Papa Superchola</b>	77,41	0,10	2,10	0,40

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

*\* Valores promedios obtenidos de dos réplicas.*

En la tabla N° 7, se puede observar los resultados de los análisis bromatológicos de las tres variedades de papa, expresados en base seca. En donde el contenido de humedad para la variedad Fripapa fue superior con 78,78%, seguido por la variedad Superchola con 77,41%, y finalmente para la variedad Gabriela con 73,60%. Según FAO Perú (2009) para la papa fresca se estiman valores de entre 73,20% - 81,00% de humedad.

En cuanto al contenido de grasa para la variedad Fripapa posee un valor de 0,11%, seguidos por la variedad Gabriela y Superchola con un valor de 0,10%, al comparar con la norma peruana citado por la FAO Perú (2009) en la papa fresca presenta valores de entre 0,40% y 0,60% de grasa total.

En relación al contenido de proteína la variedad Gabriela presenta un valor de 2,20%, mientras que las variedades Fripapa y Superchola presentan un valor de 2,10%. Según FAO Perú (2009) para las papas frescas citan valores de entre 1,80% y 2,10% en proteína.

Con respecto a la fibra se puede observar que las variedades Fripapa y Superchola presentan un valor de 0,40%, a diferencia de la variedad Gabriela que presenta un valor de 0,30% de fibra. Al comparar con la FAO Perú (2009) para las papas frescas presentan valores de entre 0,60% y 2,10%.

#### **4.1.2. Análisis del contenido de calcio en las tres variedades de papa**

**Tabla N° 8. Resultados del contenido de calcio en tres variedades de papa.**

<b>Variedades (papa)</b>	<b>(mg Ca/100g)*</b>
Gabriela	83,00
Fripapa	81,00
Superchola	82,00

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

*\* Valores promedios obtenidos de dos réplicas.*

En la tabla N° 8, se indica los valores del contenido de calcio en materia prima de tres variedades de papa, siguiendo el procedimiento descrito para el espectrofotómetro SQ-200 modificado, siendo la variedad Gabriela la que presenta mayor valor promedio con 83,00 mg de Ca/100g con respecto a las otras variedades. Sin embargo, los valores obtenidos en las tres variedades son similares con lo reportado según la FAO Perú (2009), que nos presenta un valor de 82,00 mg de Ca/100g para papa fresca.

## 4.2. ANÁLISIS EN HARINA DE PAPA NIXTAMALIZADA

### 4.2.1. Análisis de calcio

El análisis de calcio se realizó siguiendo la metodología descrita para el espectrofotómetro SQ-200 modificado, a una absorbancia de 465 nm, una vez obtenida los valores se procedió a introducir los datos en una recta de calibración, en la cual se obtiene el resultado final del contenido de calcio en harinas de papa nixtamalizada.

**Tabla N° 9. Valores del contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada.**

Tratamientos	Codificación	Réplica	Réplica	Promedio*
	Factores	1	2	(mg Ca/100g)
T <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	135	137	136
T <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	160	156	158
T <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	141	139	140
T <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	157	160	158
T <sub>5</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	156	155	156
T <sub>6</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	168	166	167
T <sub>7</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	153	150	152
T <sub>8</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	148	143	145
T <sub>9</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	154	154	154
T <sub>10</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	141	140	141
T <sub>11</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	204	200	202
T <sub>12</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	152	153	153
T <sub>13</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	145	143	144
T <sub>14</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	126	121	124
T <sub>15</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	147	143	145
T <sub>16</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	152	153	153
T <sub>17</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	154	155	155
T <sub>18</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	194	194	194

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

*\* Valores promedio obtenidos de dos réplicas.*

En la tabla N° 9, se puede observar el contenido de calcio en los diferentes tratamientos, en la cual se puede apreciar un mayor contenido de calcio en el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> correspondiente a la variedad Fripapa al 3% de concentración de CaO por 3 minutos de cocción a 90 °C con 202 mg de Ca/100g, en cuanto al contenido de calcio según la FAO Perú (2009) nos presenta un valor de 82 mg de Ca/100g en materia prima, la harina de papa nixtamalizada presenta un incremento de 2,46 veces más con respecto a la materia prima por ser enriquecidas con CaO en el proceso de nixtamalizado en diferentes concentraciones.

**Tabla N° 10. Análisis de varianza del contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F- calculado</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>Covariantes</b>					
Réplicas	17,3611	1	17,3611	5,77	0,0280*
<b>Efectos principales</b>					
A:Variedades	224,389	2	112,194	37,30	0,0000**
B:Concentraciones	5237,56	2	2618,78	870,56	0,0000**
C:Tiempo	10,0278	1	10,0278	3,33	0,0855 NS
<b>Interacciones</b>					
AB	890,111	4	222,528	73,97	0,0000**
AC	2712,39	2	1356,19	450,84	0,0000**
BC	49,5556	2	24,7778	8,24	0,0032**
ABC	2891,78	4	722,944	240,33	0,0000**
Error	51,1389	17	3,00817		
<b>Total (corrección)</b>	12084,3	35			
Media	154,11				
<b>CV%</b>	1,12				

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

\* *Significativo*

\*\* *Altamente significativo*

NS *No significativo*

En la tabla N° 10, del análisis de varianza del contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada, se aprecia claramente que existe diferencias altamente significativas en los factores A (variedades de papa), B (concentraciones de CaO), así como en las interacciones AB, AC, BC y ABC a una probabilidad de ( $p < 0,05$ ), mientras que en el Factor C (tiempo), se observa que no existe diferencia significativa.

**Tabla N° 11. Rangos ordenados de Tukey en el contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada.**

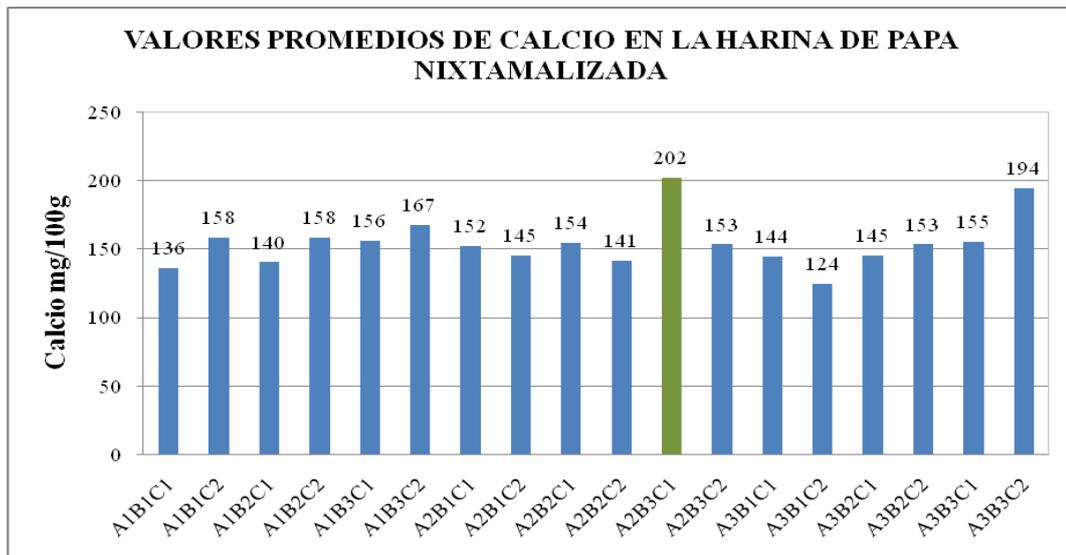
Tratamientos	Códigos	Media Ls	Grupos homogéneos
T <sub>11</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	202	A
T <sub>18</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	194	B
T <sub>6</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	167	C
T <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	158	D
T <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	158	D
T <sub>5</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	156	D
T <sub>17</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	155	D
T <sub>9</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	154	D
T <sub>16</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	153	DE
T <sub>12</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	153	DE
T <sub>7</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	152	DEF
T <sub>8</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	145	EFG
T <sub>15</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	145	EFG
T <sub>13</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	144	FG
T <sub>10</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	141	GH
T <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	140	GH
T <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	136	H
T <sub>14</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	124	I

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En la tabla N° 11, se aprecia los rangos ordenados de Tukey en calcio presente en harinas de tres variedades de papa nixtamalizadas; en la cual se aprecia diferencia

significativa entre los tratamientos, obteniendo como el mejor tratamiento T<sub>11</sub> correspondiente a la variedad Frippapa al 3% de concentración de CaO por 3 minutos de cocción a 90 °C siendo superior a los demás tratamientos con una concentración de 202 mg de Ca/100g de muestra; seguido por el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> correspondiente a la variedad Superchola al 3% de concentración de CaO por 5 minutos de cocción a 90 °C con un contenido de 194 mg de Ca/100g de muestra; en tercer lugar se encuentra el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> correspondiente a la variedad Gabriela al 3% de concentración CaO por 5 minutos de cocción a 90 °C, con 167 mg de Ca/100g.

**Gráfico N° 2. Perfil de Tukey del contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada.**

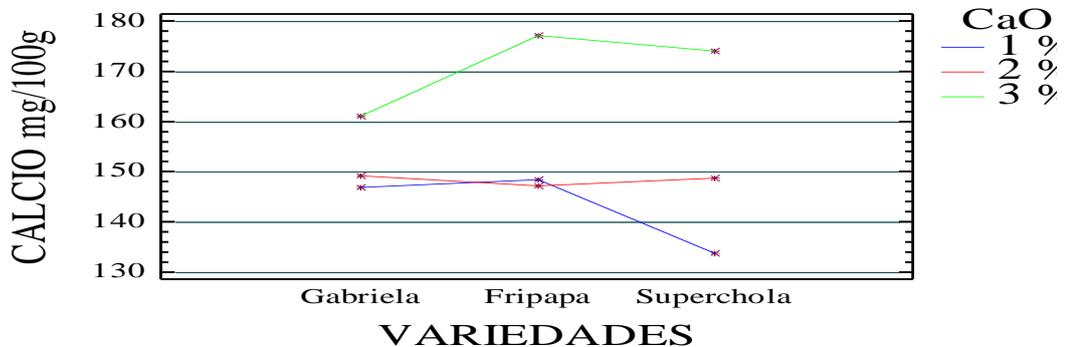


*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En el gráfico N° 2, se puede observar claramente que sobresale la barra que le corresponde al tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> correspondiente a la variedad Frippapa al 3% de concentración de CaO por 3 minutos de cocción a 90 °C, posee el mayor valor 202 mg de Ca/100g con respecto a los demás tratamientos, seguido por el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> correspondiente a la variedad Superchola al 3% de concentración de CaO por 5 minutos de cocción a 90 °C, con un valor de 194 mg de Ca/100g, en tercer lugar el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> correspondiente a la variedad Gabriela al 3% de concentración CaO por 5 minutos de cocción a 90 °C, con 167 mg de Ca/100g.

**Gráfico N° 3. Perfil de la interacción AxB en calcio de harinas de tres variedades de papa nixtamalizada.**

**INTERACCIÓN AxB HARINA DE PAPA NIXTAMALIZADA**

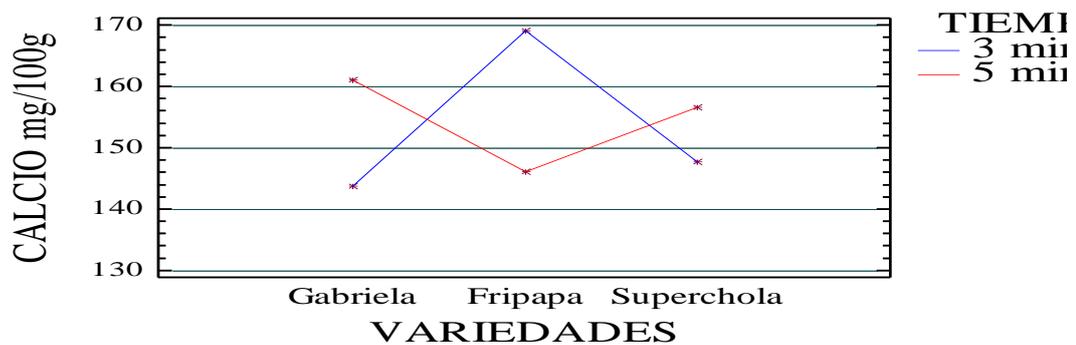


*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En el gráfico N° 3, se presenta el perfil de la interacción AxB en el contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada, en el cual se observa que existe interacción entre el porcentaje de CaO al 1 y 2% con las variedades de papa influyendo en el contenido de calcio en la harina de papa nixtamalizada.

**Gráfico N° 4. Perfil de la interacción AxC en calcio de harinas de tres variedades de papa nixtamalizada.**

**INTERACCIÓN AxC HARINA DE PAPA NIXTAMALIZADA**

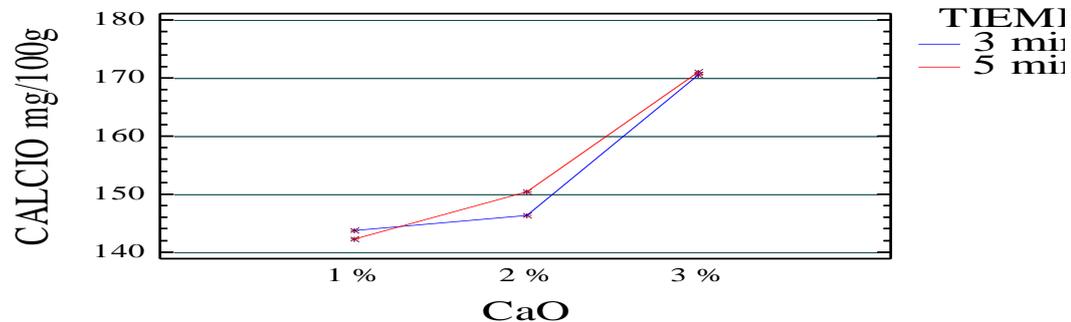


*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En el gráfico N° 4, se observa el perfil de la interacción AxC en el contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada, se aprecia que existe interacción del factor tiempo de nixtamalizado y las variedades de papa interaccionan e influyen en el contenido de calcio.

**Gráfico N° 5. Perfil de la interacción BxC en calcio de harinas de tres variedades de papa nixtamalizada.**

#### **RACCIÓN BxC HARINA DE PAPA NIXTAMALIZADA**



*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En el gráfico N° 5, se observa la interacción BxC en el contenido de calcio en harinas de tres variedades de papa nixtamalizada, se aprecia que las líneas de tendencia de tiempo de nixtamalizado presentan interacción con la concentración de CaO, es decir que influye en el contenido de calcio de la harina de papa nixtamalizada.

### **4.3. ANÁLISIS EN EL PRODUCTO TERMINADO**

Mediante el análisis del contenido de calcio en harina de tres variedades de papa nixtamalizada se ha determinado que el tratamiento  $A_2B_3C_1$  que corresponde a la variedad Fripapa al 3% de concentración de CaO por 3 minutos de cocción a 90 °C es el mejor, y con esta harina se realizó la elaboración del pan, sustituyendo al 10, 20 y 30% a la harina de trigo importado, una vez elaborada el producto se procedió a realizar los análisis organolépticos.

#### **4.3.1. Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial es una valiosa técnica para resolver los problemas relativos a la aceptación de los alimentos. Es útil para mejorar el producto, para mantener la calidad, en la elaboración de nuevos productos y en la investigación de mercados.

Las cataciones se realizaron con los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial donde participaron 10 jueces semi entrenados, para lo cual se aplicó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres tratamientos y dos réplicas en donde los tratamientos son los porcentajes de sustitución de harina de papa nixtamalizada del mejor tratamiento al 10, 20 y 30% a la harina de trigo importado, dando un número de seis unidades experimentales, a los cuales se analizó los atributos sensoriales en el pan. En el Anexo (4) se puede observar la tabla de medias del análisis sensorial y la evaluación de los atributos: color, apariencia, sabor, textura y aceptabilidad según **Wittig, E. (2001)**.

#### **4.3.1.1. Análisis sensorial de pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada**

##### **a).- Color**

El color puede ser discutido en términos generales del estímulo luminoso, pero en el caso específico del color de los alimentos es de más interés la energía que llega al ojo desde la superficie iluminada, y en el caso de los alimentos transparentes, a través del material.

**Tabla N° 12. Análisis de varianza para color en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F- calculado</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>Efectos principales</b>					
<b>Tratamientos</b>	0,116667	2	0,05833333	0,36	0,6998NS
<b>Catadores</b>	9,66667	9	1,07407	6,71	0,0003**
<b>Residual</b>	2,88333	18	0,160185		
<b>Total</b>	12,6667	29			
<b>Media</b>	3,33				
<b>CV %</b>	12,02				

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

*\*\* Altamente significativo*

*NS No significativo*

En la tabla N° 12, se muestra el análisis de varianza en color para los panes elaborados con diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa nixtamalizada, en la cual se observa que no existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos.

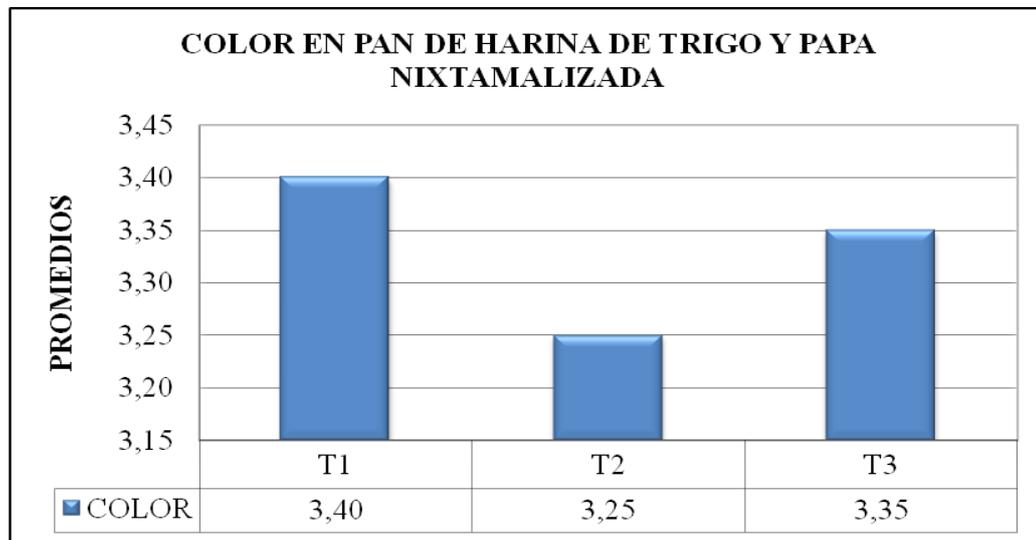
**Tabla N° 13. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores tratamientos en color para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

Tratamientos	Casos	Media Ls	Grupos homogéneos
T <sub>1</sub>	10	3,40	A
T <sub>3</sub>	10	3,35	A
T <sub>2</sub>	10	3,25	A

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

A pesar de no existir diferencia significativa en los tratamientos, en la tabla N° 13, se analiza la prueba de rangos ordenados de Tukey en color para panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada, se aprecia numéricamente que los catadores identifican al tratamiento T<sub>1</sub> 90% harina de trigo y 10% harina de papa nixtamalizada, como superior con una calificación de 3,40 seguido por el T<sub>3</sub> 70% harina de trigo y 30% harina de papa nixtamalizada con una calificación de 3,35 y finalmente el T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada con una calificación de 3,25; que corresponde a una calificación de “Buena” a “Muy Buena” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

**Gráfico N° 6. Perfil de los tratamientos para color en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**



*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En el gráfico N° 6, se puede observar los promedios de las calificaciones de los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada. Los valores que emiten los catadores como el mejor tratamiento corresponde al T<sub>1</sub> 90% harina de trigo y 10% harina de papa nixtamalizada, con un promedio de 3,40; seguidos por el T<sub>3</sub> 70% harina de trigo y 30% harina de papa nixtamalizada con 3,35 y el T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada con 3,25; ubicándose en la escala de “Buena” a “Muy Buena” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

#### **b).- Apariencia**

La apariencia se refiere al aspecto exterior del pan, reflejado en su simetría, es decir su forma redondeada que no presenta golpes, hundimiento o alguna deformación. **Norma INEN 530:1980.**

**Tabla N° 14. Análisis de varianza para apariencia en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F- calculado	Probabilidad
<b>Efectos principales</b>					
<b>Tratamientos</b>	0,0166667	2	0,00833333	0,10	0,9043NS
<b>Catadores</b>	6,54167	9	0,726852	8,82	0,0001**
<b>Error</b>	1,48333	18	0,0824074		
<b>Total</b>	8,04167	29			
<b>Media</b>	4,08				
<b>CV %</b>	7,04				

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

*\*\* Altamente significativo*

*NS No significativo*

Se presenta en la tabla N° 14, el análisis de varianza en apariencia para los panes elaborados con la mezcla de diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa nixtamalizada, se identifica que no existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos.

**Tabla N° 15. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores tratamientos en la apariencia de los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

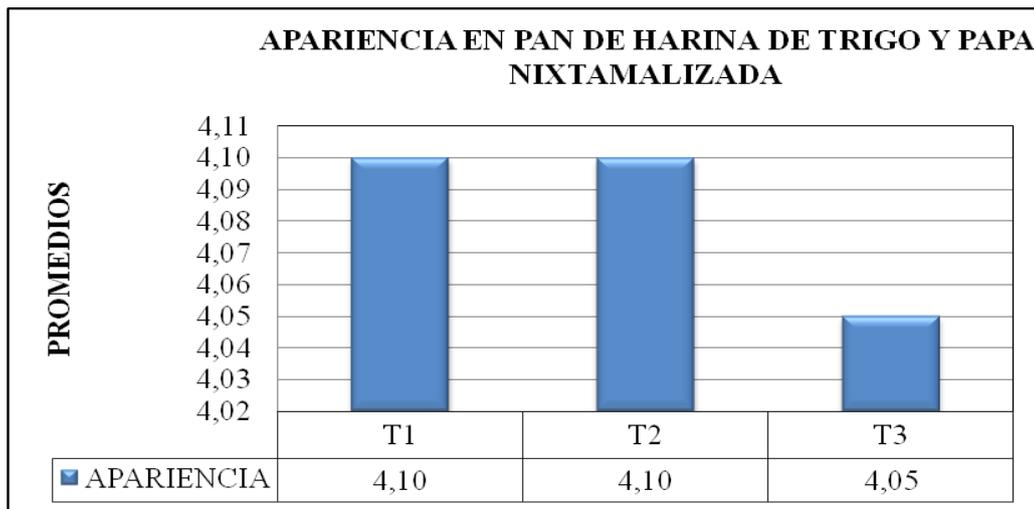
Tratamientos	Casos	Media Ls	Grupos homogéneos
T <sub>2</sub>	10	4,10	A
T <sub>1</sub>	10	4,10	A
T <sub>3</sub>	10	4,05	A

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

A pesar de no existir diferencia significativa en los tratamientos, en la tabla N° 15, se analiza los rangos ordenados de Tukey en apariencia para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada, se aprecia que numéricamente los catadores identifican como los mejores a los tratamientos T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada y T<sub>1</sub> 90% harina de trigo y 10% harina de papa

nixtamalizada con una calificación de 4,10 y finalmente el T<sub>3</sub> 70% harina de trigo y 30% harina de papa nixtamalizada, con una calificación de 4,05; se encuentran en los parámetros de “Muy Buena” a “Excelente” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

**Gráfico N° 7. Perfil de los tratamientos para apariencia en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**



*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En el gráfico N° 7, se observa los promedios de las calificaciones de los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada. Los valores que emiten los catadores como los mejores tratamientos corresponde al T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada y T<sub>1</sub> 90% harina de trigo y 10% de harina de papa nixtamalizada, con un promedio de 4,10 respectivamente, seguido por el T<sub>3</sub> 70% harina de trigo y 30% harina de papa nixtamalizada con 4,05; ubicándose con una valoración de “Muy Buena” a “Excelente” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

### c).- Sabor

Se define "sabor" como la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe

desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor.

**Tabla N° 16. Análisis de varianza para sabor en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F- calculado	Probabilidad
<b>Efectos principales</b>					
<b>Tratamientos</b>	0,8	2	0,4	2,04	0,1593NS
<b>Catadores</b>	4,74167	9	0,526852	2,68	0,0356*
<b>Error</b>	3,53333	18	0,196296		
<b>Total</b>	9,075	29			
<b>Media</b>	3,65				
<b>CV%</b>	12,14				

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

\* *Significativo*

NS *No significativo*

En la tabla N° 16, se presenta el análisis de varianza en sabor para los panes elaborados con la mezcla de diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa nixtamalizada, se identifica que no existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos.

**Tabla N° 17. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores tratamientos en sabor para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

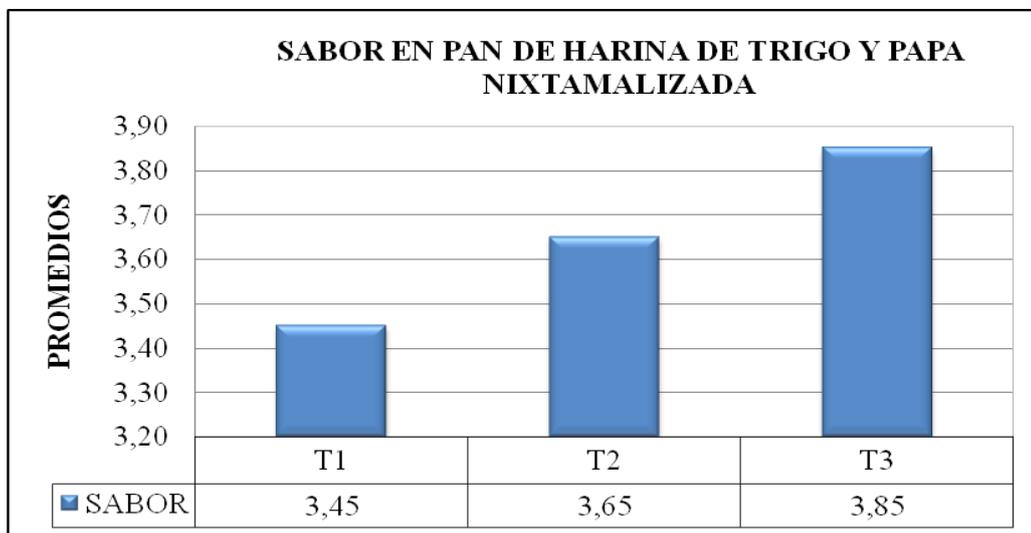
Tratamientos	Casos	Media Ls	Grupos homogéneos
T <sub>3</sub>	10	3,85	A
T <sub>2</sub>	10	3,65	A
T <sub>1</sub>	10	3,45	A

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

A pesar de no existir diferencia significativa en los tratamientos, en la tabla N° 17, se analiza los rangos ordenados de Tukey en sabor para los panes elaborados con

harinas de trigo y papa nixtamalizada, se aprecia que numéricamente los catadores identifican al tratamiento T<sub>3</sub> 70% harina de trigo y 30% harina de papa nixtamalizada, como superior con una calificación de 3,85; seguido por el T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, con una calificación de 3,65 y finalmente el T<sub>1</sub> 90% harina de trigo y 10% harina de papa nixtamalizada, con una calificación de 3,45; se encuentran en los parámetros de “Buena” a “Muy Buena” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

**Gráfico N° 8. Perfil de los tratamientos para sabor en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**



*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En el gráfico N° 8, se observa los promedios de las calificaciones de los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada. Los valores que emiten los catadores como el mejor corresponde al tratamiento T<sub>3</sub> 70% harina de trigo y 30% harina de papa nixtamalizada, con un 3,85; seguido por el T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada con 3,65 y finalmente el T<sub>1</sub> 90% harina de trigo y 10% de harina de papa nixtamalizada con 3,45; ubicándose con una valoración de “Buena” a “Muy Buena” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

#### d).- Textura

La textura del pan se refiere al grado de elasticidad o blandura y se determina enteramente con el sentido del tacto, pues la sensación producida por esta operación puede describirse como suave, elástica, desmenuzable, según el caso. Asimismo, la uniformidad de la miga es importante puesto que sus celdas deben ser pequeñas de tamaño uniforme, de forma oval y de paredes delgadas. **Norma INEN 530:1980.**

**Tabla N° 18. Análisis de varianza para textura en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F- calculado	Probabilidad
<b>Efectos principales</b>					
<b>Tratamientos</b>	0,716667	2	0,358333	5,78	0,0115*
<b>Catadores</b>	3,50833	9	0,389815	6,28	0,0005**
<b>Error</b>	1,11667	18	0,062037		
<b>Total</b>	5,34167	29			
<b>Media</b>	3,22				
<b>CV%</b>	7,74				

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

\* *Significativo*

\*\* *Altamente significativo*

Se presenta en la tabla N° 18, el análisis de varianza en textura para los panes elaborados con la mezcla de diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa nixtamalizada, se identifica que existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos.

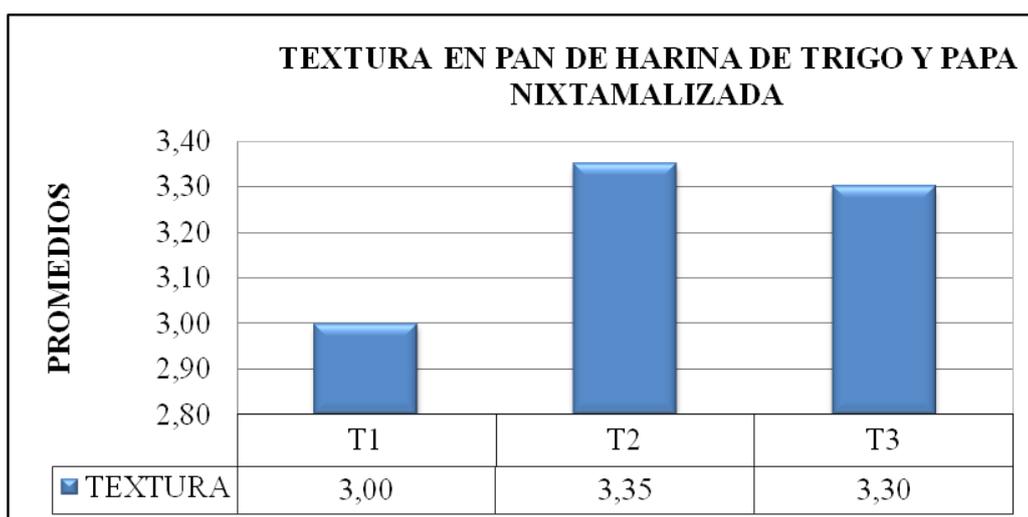
**Tabla N° 19. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores tratamientos en textura para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

Tratamientos	Casos	Media Ls	Grupos homogéneos
T <sub>2</sub>	10	3,35	A
T <sub>3</sub>	10	3,30	A
T <sub>1</sub>	10	3,00	B

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En la tabla N° 19, se analiza los rangos ordenados de Tukey en textura para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada, en la cual se aprecia diferencia significativa, obteniendo como los mejores tratamientos a T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, con una calificación de 3,35 y T<sub>3</sub> 70% harina de trigo y 30% harina de papa nixtamalizada, con 3,30; seguido por el T<sub>1</sub> 90% harina de trigo y 10% harina de papa nixtamalizada, con una calificación de 3,00; se encuentran en los parámetros de “Buena” a “Muy Buena” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

**Gráfico N° 9. Perfil de los tratamientos para textura en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**



*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En el gráfico N° 9, se observa los promedios de las calificaciones de los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada. Los valores que emiten los

catadores como los mejores tratamientos corresponde al T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada con 3,35; seguido por el T<sub>3</sub> 70% harina de trigo y 30% harina de papa nixtamalizada, con un promedio de 3,30; seguido por el T<sub>1</sub> 90% harina de trigo y 10% harina de papa nixtamalizada con 3,00; ubicándose con una valoración de “Buena” a “Muy Buena” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

#### e).- Aceptabilidad

La aceptabilidad del producto se refiere al conjunto de atributos: color, olor, sabor, pero sobre todo es la valoración que el consumidor realiza atendiendo a su propia escala interna de apreciación al producto; por tanto la aceptación provoca el deseo a una persona para adquirir un producto. **Watts, B. (1992)**.

**Tabla N° 20. Análisis de varianza para aceptabilidad en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F- calculado	Probabilidad
<b>Efectos principales</b>					
<b>Tratamientos</b>	0,516667	2	0,258333	1,48	0,2549NS
<b>Catadores</b>	5,575	9	0,619444	3,54	0,0108*
<b>Error</b>	3,15	18	0,175		
<b>Total</b>	9,24167	29			
<b>Media</b>	3,48				
<b>CV%</b>	12,02				

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

\* *Significativo*

NS *No significativo*

En la tabla N° 20, se presenta el análisis de varianza en aceptabilidad para los panes elaborados con la mezcla de diferentes porcentajes de harinas de trigo y papa nixtamalizada, se identifica que no existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos.

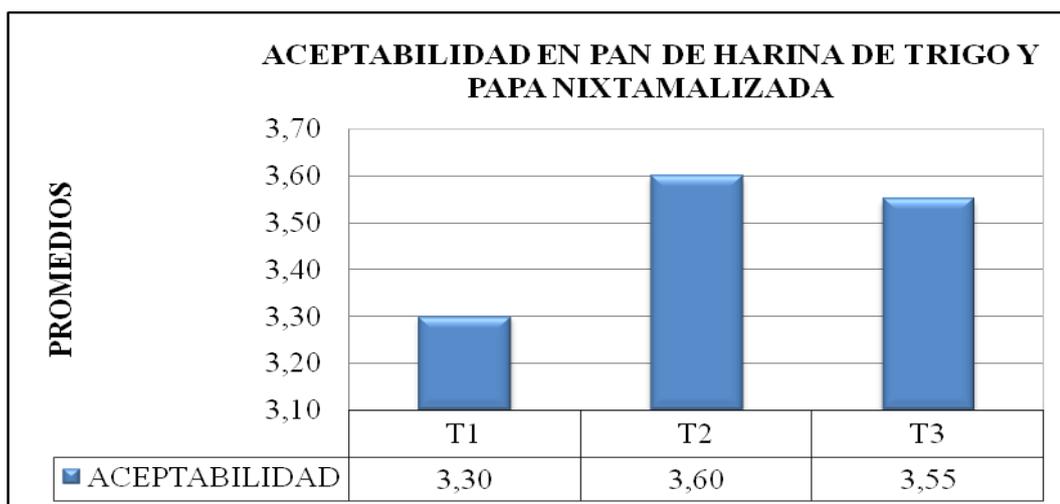
**Tabla N° 21. Prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar los mejores tratamientos en aceptabilidad para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

Tratamientos	Casos	Media Ls	Grupos homogéneos
T <sub>2</sub>	10	3,60	A
T <sub>3</sub>	10	3,55	A
T <sub>1</sub>	10	3,30	A

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

A pesar de no existir diferencia significativa en los tratamientos, en la tabla N° 21, se analiza los rangos ordenados de Tukey en aceptabilidad para los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada, se aprecia que numéricamente los catadores identifican al tratamiento T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, es superior con una calificación de 3,60 seguido por el T<sub>3</sub> 70% harina de trigo y 30% harina de papa nixtamalizada, con una calificación de 3,55 y finalmente el T<sub>1</sub> 90% harina de trigo y 10% harina de papa nixtamalizada con una calificación de 3,30; se encuentran en los parámetros de “Buena” a “Muy Buena” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

**Gráfico N° 10. Perfil de los tratamientos para aceptabilidad en los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

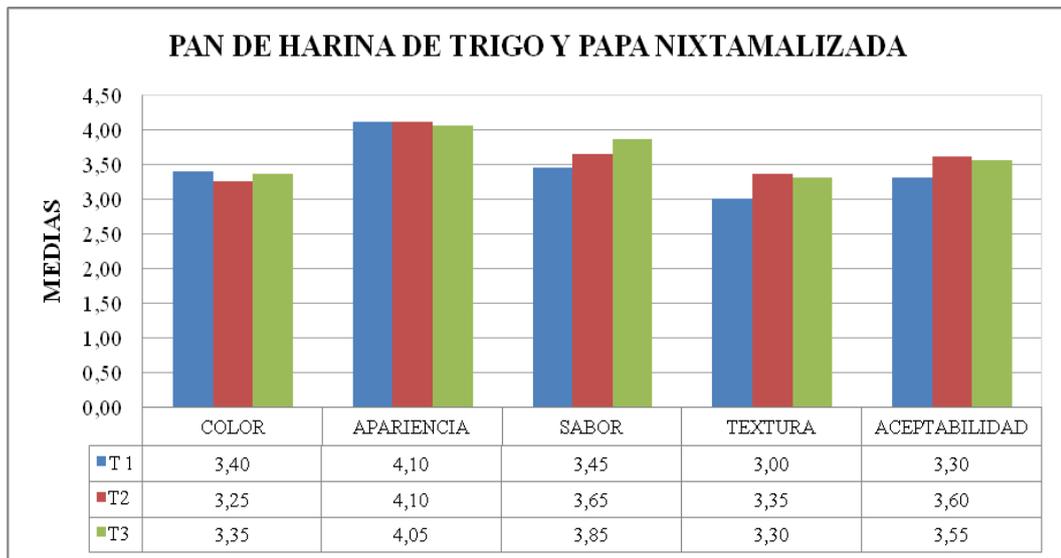


*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En el gráfico N° 10, se observa los promedios de las calificaciones de los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada. Los valores que emiten los catadores como los mejores tratamientos corresponde al T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada con 3,60 seguido por el T<sub>3</sub> 70% harina de trigo y 30% harina de papa nixtamalizada con 3,55 y finalmente el T<sub>1</sub> 90% harina de trigo y 10% harina de papa nixtamalizada con 3,30; ubicándose con una valoración de “Buena” a “Muy Buena” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

#### 4.3.1.2. Resumen de las cataciones del pan

**Gráfico N° 11. Resumen de las cataciones del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**



*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En el gráfico N° 11, se presenta el resumen de las cataciones de los panes elaborados con harinas de trigo y papa nixtamalizada, se aprecia que el mejor tratamiento es T<sub>2</sub>, la mezcla del 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, como lo más aceptable por los catadores en los atributos: apariencia, textura y aceptabilidad con un valor de 3,60.

## 4.4. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

### 4.4.1. Evaluación bromatológica del mejor tratamiento del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada

**Tabla N° 22.** Análisis bromatológicos en el mejor tratamiento del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada.

Producto	Porcentajes en base seca *					
	Código	Humedad	E.E.	Proteína	Fibra	Ceniza
		%	%	%	%	%
80% Harina Trigo y 20% Harina de Papa	T <sub>2</sub>	27,27	6,51	12,15	0,55	2,03

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

*\* Valores promedio obtenidos de dos réplicas.*

En la tabla N° 22, se presenta los resultados de la composición bromatológica del mejor tratamiento del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada expresados en base seca.

En lo referente al contenido de humedad en el pan es de 27,27%. Al comparar con las normas **INEN 95:1979** el contenido de humedad no debe ser mayor del 35,00% para el pan blanco, lo que significa que nuestro producto está dentro de los rangos permitidos.

En cuanto al contenido de grasa para el pan se encuentra en una proporción elevada con 6,51% en comparación con otros panes comunes. Según **Pineda, B/ Vázquez, L. (2010)** para el pan elaborado con harinas de trigo y papa presenta valores de entre 0,40% y 0,60% de grasa total. Nuestro pan presenta valores considerables por contener manteca vegetal, mantequilla y huevos que es lo característico de un pan de casa.

En relación al contenido de proteína en el pan presenta un valor de 12,15%. Según **Pineda, B/ Vázquez, L. (2010)** para el pan elaborado con harinas de trigo y papa

presenta valores de entre 8,90 y 10,00% en proteína. Nuestro pan presenta un incremento debido a que contiene mantequilla y huevos, ya que estos productos son ricos en proteína. El consumo del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada, resulta un excelente vehículo para mejorar la calidad nutricional ya que este alimento permite la asimilación proteica de sus ingredientes en mayor cantidad.

Con respecto a la fibra se puede observar que el pan presenta un valor de 0,55%. Al comparar con las normas INEN para pan presenta valores de entre 0,60% y 2,10%.

El porcentaje de ceniza en el pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada es de 2,03%. Según **Pineda, B/ Vázquez, L. (2010)** para el pan elaborado con harinas de trigo y papa presenta valores de entre 1,70% y 1,95% en ceniza. El incremento en cenizas se debe al proceso de nixtamalización que incorpora calcio al producto.

#### 4.4.2. Análisis de calcio

**Tabla N° 23. Valor del contenido de calcio en el pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

<b>Pan</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>(mg Ca/100g)*</b>
100% Harina de Trigo	T <sub>0</sub>	56,00
80% Harina Trigo y 20% Harina de Papa	T <sub>2</sub>	80,88

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

\* Valores promedio obtenidos de dos réplicas.

En la tabla N° 23, se reporta el resultado del contenido de calcio en el pan elaborado con el mejor porcentaje de la mezcla, tomando en cuenta los resultados del análisis sensorial, correspondiente al tratamiento T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, hay un incremento significativo en el contenido con 80,88 mg de Ca/100g, según la (<http://www.eufic.org>), para el pan común se estima valores de 56 mg de Ca/100g.

El calcio es un elemento muy importante ya que regula muchas funciones metabólicas importantes. Además de su función en la construcción y mantenimiento de los huesos y los dientes también contribuye a prevenir la anemia y propicia la adopción de prácticas adecuadas en seguridad alimentaria en niñas, niños, padres y madres, coadyuvando a mantener un estado nutricional adecuado, el calcio también ayuda a solucionar los problemas de la osteoporosis.

#### 4.5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL MEJOR TRATAMIENTO

**Tabla N° 24. Análisis microbiológico del pan.**

Pan	Código	Recuento total de bacterias mesófitas*	Mohos y levaduras*	Coliformes totales*	E. coli*
		UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g
80% H. Trigo y 20% H. papa	T <sub>2</sub>	18	12	Ausencia	Ausencia

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

\* Valores promedio obtenidos de dos réplicas.

En la tabla N° 24, se reporta los resultados de los análisis microbiológicos para el pan elaborado con la mezcla de harinas de trigo y papa nixtamalizada. En recuento total se encuentra un número de 18 ufc/g en el pan elaborado con 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, encontrándose dentro de los requerimientos permitidos según la norma oficial mexicana **NOM-147-SSA1-1996**, lo requerido como límite máximo es de 1000 ufc/g.

En mohos y levaduras tenemos un valor de 12 ufc/g en el pan elaborado con 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, se permiten valores máximos de 20 ufc/g. Según la norma oficial mexicana **NOM-147-SSA1-1996**.

Para coliformes totales y E. coli hubo ausencia total encontrándose dentro de los requerimientos. Según la norma oficial mexicana **NOM-147-SSA1-1996**.

## 4.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Durante la fase experimental de los resultados sensoriales se seleccionó el mejor tratamiento del pan elaborado con T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada al que se aplicó una evaluación costo/beneficio que se representa en la tabla N° 25.

### 4.6.1. Análisis económico para pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada.

**Tabla N° 25.** Análisis del costo beneficio del mejor tratamiento en la elaboración del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada.

<b>Pan de harina de trigo y papa nixtamalizada</b>		
<b>Rubros</b>	<b>Peso</b>	<b>Costo</b>
Harina de Trigo	700g	0,70
Harina de Papa Nixtamalizada	300g	0,80
Azúcar	110g	0,12
Grasa	100g	0,20
Mantequilla	100g	0,50
Sal	20g	0,01
Levadura	30g	0,14
Huevos	4 uni.	0,60
A. Ascórbico	10g	0,18
Agua	550ml	0,25
<b>Subtotal</b>		<b>3,50</b>
Mano de obra (10%)		0,35
Depreciación de equipos (10%)		0,35
<b>Total de egresos (\$)</b>		<b>4,20</b>
Producto final (pan)		23 uni.
P. Unitario (\$)/unidad		0,25
<b>Ingresos (\$)</b>		<b>5,75</b>
<b>COSTO/ BENEFICIO/(\$)</b>		<b>1,55</b>

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En la tabla N° 25, mediante el análisis de costos, se estableció que el costo total de producción para la elaboración del pan con harinas de trigo y papa nixtamalizada es de \$ 4,20/kg, ofertando al consumidor un pan de 76 g al precio de 0,25 ctv. Se obtiene una ganancia de \$ 1,55 por cada kg vendido.

## V. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

### 5.1. HIPÓTESIS PLANTEADA PARA COMPROBAR EL CONTENIDO DE CALCIO EN HARINA DE PAPA NIXTAMALIZADA Y ACEPTABILIDAD DEL PAN

El nixtamalizado permitirá incrementar el contenido de calcio en la harina de tres variedades de papa y se obtendrá una aceptabilidad positiva en la sustitución de la harina de trigo importado en la elaboración de pan.

#### 5.1.1. Verificación de la hipótesis en el contenido de calcio en harina de papa nixtamalizada

Para la verificación de la hipótesis, se realizó una comparación entre los valores de F calculado en harina de papa nixtamalizada con el valor de F tabulados en las tablas Fisher, para poder aceptar la hipótesis nula y si se rechaza, aceptar la hipótesis alternativa.

**Tabla N° 26. Comprobación de Valores F en harina de papa nixtamalizada.**

<b>Factores</b>	<b>Valor F- Calculado</b>	<b>Valor F de Tablas</b>
A: Variedades de papa	240,83	2,96
B: Concentraciones de CaO	874,84	3,59
C: Tiempo de cocción	3,70	4,45

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

En la tabla N° 26, se presenta a un nivel de confianza del 95%, que existe diferencia altamente significativa para variedades de papa y concentraciones de CaO, de esta manera se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa; solamente en el tiempo de nixtamalizado se comprueba que el valor de F calculado es inferior que el valor de F de tablas Fisher. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, según la siguiente expresión matemática:

$$\text{Hipótesis alternativa: } H_1 = T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq \dots \neq T_{18}.$$

Muestra de ello, se tiene variabilidad en los diferentes tratamientos en el contenido de calcio con los factores y niveles de estudio utilizados, resultando ser el mejor tratamiento  $A_2B_3C_1$  correspondiente a la variedad Fripapa al 3% de concentración de CaO por 3 minutos de cocción a 90 °C con 202 mg de Ca/100g, de esta manera se comprobó que existe diferencia significativa en los tratamientos en el contenido de calcio en harina de papa nixtamalizada.

### 5.1.2. Verificación de la hipótesis en aceptabilidad para pan

Para la verificación de la hipótesis, se realizó una comparación entre los valores de F calculado en aceptabilidad del pan con el valor de F de tablas Fisher, para poder aceptar la hipótesis nula y si se rechaza, aceptar la hipótesis alternativa.

**Tabla N° 27. Comprobación de Valores F para el pan.**

Parámetro	Valor F- Calculado	Valor F de Tablas
Aceptabilidad	1,48	3,55

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

Según la tabla N° 27 el valor de F calculado es menor que el valor de F de tabla Fisher en aceptabilidad, a un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, se aceptó la  $H_0$  (hipótesis nula) en la que: El pan elaborado con la mezcla de harina de trigo y harina de papa nixtamalizada son iguales en todos los tratamientos.

$$\text{Hipótesis nula: } H_0 = T_1 = T_2 = T_3.$$

Muestra de ello los resultados obtenidos son mediante la prueba de rangos ordenados de Tukey para la aceptabilidad del pan, en la que se comprobó que los catadores admiten a todos los tratamientos como aceptables. Sin embargo, numéricamente el mejor tratamiento es  $T_2$ , la mezcla del 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, como lo más aceptable por los catadores en los atributos: apariencia, textura y aceptabilidad con un valor de 3,60; con una calificación de “Bueno” según la escala de **Wittig, E. (2001)**.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

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

- ❖ Se ha aplicado la tecnología del nixtamalizado en tres variedades de papas a diferentes porcentajes de óxido de calcio y tiempos de nixtamalización a una temperatura de 90°C, para la obtención de harina enriquecida con calcio para sustituir a la harina de trigo importado en la elaboración de pan.
- ❖ Se determinó como mejor tratamiento de nixtamalización en base al mayor contenido de calcio al tratamiento T<sub>11</sub> (A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>), que corresponde: a la variedad Fri papa, al 3% de concentración de CaO y 3 minutos de nixtamalizado a 90°C.
- ❖ El contenido de calcio en la materia prima fue de 82 mg de Ca/100g, mientras que en el tratamiento T<sub>11</sub>, se incrementó a una cantidad de 202 mg de Ca/100g, elevándose en 2,46 veces más éste mineral.
- ❖ Esta harina enriquecida de calcio fue sustituyendo a la harina de trigo importado en: 10, 20 y 30% para la elaboración de pan, al cual se le aplicó pruebas sensoriales con un panel de 10 catadores semi entrenados para evaluar los principales atributos de aceptación como: color, apariencia, sabor, textura y aceptabilidad para seleccionar la mejor sustitución.
- ❖ Por los resultados de catación obtenidos en el pan elaborado, se puede manifestar que éste producto de consumo masivo resulta un excelente vehículo para mejorar la calidad nutricional de la persona que lo consume. Además, se ha manifestado que el consumo de alimentos que han sufrido la tecnología del nixtamalizado (enriquecidos de Ca) permiten una mejor asimilación proteica

de sus ingredientes y en mayor cantidad que los elaborados con harina de trigo únicamente.

- ❖ De acuerdo a los resultados del análisis sensorial del pan elaborado, se determina como mejor tratamiento al T<sub>2</sub> 80% de harina de trigo con sustitución del 20% de harina de papa nixtamalizada.
- ❖ Aplicando los principios de balance de materia en el mejor tratamiento de sustitución de harina de papa nixtamalizada a la harina de trigo importado en la elaboración de pan se puede calcular el contenido de calcio, obteniéndose un incremento de calcio de 80,88 mg de Ca/100g, esto debido a que se sustituye en un 20% con la harina de papa nixtamalizada que contiene 202 mg de Ca/100g, comparado con el valor de 56,00 mg de Ca/100g que contiene el pan común elaborado solo con la harina de trigo.
- ❖ Con respecto al análisis bromatológico del T<sub>2</sub>, se observa el incremento de proteína con un valor de 12,15%; comparado con el pan elaborado con harinas de trigo y papa presenta valores de entre 8,90 y 10,00% en proteína. Nuestro pan presenta un incremento debido a que contiene mantequilla y huevos, ya que estos productos son ricos en proteína.
- ❖ En cuanto, al análisis microbiológico realizado al T<sub>2</sub>, se obtuvieron los siguientes resultados: para mesófilos 18 ufc/g, siendo el requisito máximo es de 1000 ufc/g; para mohos/levaduras 12 ufc/g siendo el requerimiento máximo es de 20 ufc/g, mientras que para coliformes totales y E. coli existe una ausencia total, donde el límite máximo permitido es 10 ufc/g respectivamente, observándose que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma mexicana NOM-147-SSA1-1996. Asegurando así la calidad higiénica-sanitaria del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada.

- ❖ En cuanto, a la relación costo/beneficio en el pan elaborado con 80% de harina de trigo y 20% de harina de papa nixtamalizada, se tiene una rentabilidad de \$ 1,55 por cada kg producido.

## 6.2. RECOMENDACIONES

Al finalizar la fase investigativa de la tesis se presenta algunas recomendaciones fundamentales que se menciona a continuación:

- ❖ Se recomienda utilizar ácido ascórbico en el proceso del nixtamalizado de la papa con el fin de controlar el pH, controlando el pH se mejora el color de la harina obtenida sin modificar su calidad nutritiva y su composición química, por lo tanto, se podría utilizar ésta harina en diferentes productos de panadería sin afectar su presentación.
- ❖ En el proceso de precocción de la papa no se debe realizar por tiempos mayores a tres minutos ya que la papa empieza a desintegrarse y por lo tanto baja el rendimiento y el contenido de calcio en la harina, pudiendo también emplearse la precocción a vapor para mejorar el rendimiento.
- ❖ Se sugiere utilizar siempre harina de trigo como agente aglutinizante para la elaboración del pan, ya que al formar la masa nos ayuda dar una mejor elasticidad y mayor calidad en volumen, debido a que la harina de papa no posee gluten.
- ❖ Actualmente ninguna industria a nivel nacional produce la harina de papa nixtamalizada y también el pan elaborado con la harina de papa nixtamalizada, por lo que se le sugiere poner en práctica este proyecto de investigación ya que este producto es de masivo consumo y muy apetecido en nuestro medio y como no pensar dando nuevas alternativas a los tubérculos y así alimentar a la población sanamente.
- ❖ Es necesario impulsar nuevas alternativas tecnológicas para disminuir la desnutrición de nuestra población, al consumir la harina de papa nixtamalizada y el pan elaborado a base de la mezclas de las harinas de trigo y papa nixtamalizada se mejora su valor nutricional en calcio. Por lo general con esta

mezcla se obtendrá una mejor alimentación ayudando a los sectores más desprotegidos dentro de la provincia y el país.

- ❖ Realizar campañas masivas de divulgaciones, seminarios y talleres al sector agropecuario y de esta manera incentivar a la población de la serranía ecuatoriana a cultivar la papa con mayor fuerza, y evitar la migración a las grandes ciudades del país y del mundo.
  
- ❖ Incentivar a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial que generen nuevos productos a base de tubérculos, ya que sería una alternativa para potencializar múltiples usos utilizando la harina de papa que serviría como complemento en la elaboración de panes, galletas, tortas, etc. Además deben contar con posibles temas de investigación, con su aplicación en el campo laboral, para el desarrollo de la Escuela, la Universidad, la Provincia y de esa manera cumplir con la visión y misión Universitaria que es realizar vinculación con la colectividad.

## VII. RESUMEN Y SUMMARY

### 7.1. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se seleccionó a la harina de papa nixtamalizada el T<sub>11</sub> correspondiente a la variedad Fripapa al 3% de concentración de CaO por 3 minutos de cocción a 90°C, como ganador por tener mayor contenido de calcio y con respecto al pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada se seleccionó a la mezcla del T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, como el mejor, donde fueron apreciados por un panel de 10 catadores semi-entrenados. El primer diseño experimental utilizado para la obtención de la harina de papa nixtamalizada fue un “Diseño Trifactorial” (AxBxC) con dos réplicas para 18 tratamientos, el mismo que se lo aplicó en las variables evaluadas durante el proceso de elaboración de la harina. El segundo diseño experimental que se aplicó es un “Diseño de Bloques Completamente al Azar” con dos réplicas, para tres tratamientos, el cual se utilizó en las variables evaluadas en el proceso de elaboración del pan con harinas de trigo y papa nixtamalizada (del mejor tratamiento).

La papa es un cultivo autóctono de los andes sudamericanos, es uno de los productos más consumidos del planeta por detrás del arroz, trigo y maíz. La papa es rica en proteína y carbohidratos, por su parte en la proteína presenta un valor biológico superior a la de los cereales, lo cual se debe a su mayor contenido en lisina aminoácido limitante en la proteína de los cereales. Es por eso que se reemplazó una parte de la harina de trigo, para la elaboración del pan, que fueron valorizados por un panel de catadores donde se evaluaron atributos: color, apariencia, sabor, textura y aceptabilidad para seleccionar al mejor tratamiento. En la mejor mezcla de la harina de trigo y papa nixtamalizada, se realizó los respectivos análisis bromatológicos y calcio.

El contenido de calcio en la harina de papa nixtamalizada incremento de 82,00 mg de Ca/100g que contiene la materia prima deshidratada a 202,00 mg de Ca/100g en el tratamiento (A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>) de la variedad Friepapa al 3% de concentración de CaO por 3 minutos de cocción a 90 °C. En lo referente al pan elaborado con la mezcla de las harinas de trigo y papa nixtamalizada del T<sub>2</sub> 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, la presencia de calcio en el pan común elaborado solo con harina de trigo presenta un valor de 56,00 mg de Ca/100g, mientras que en el pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada presenta un valor de 80,88 mg de Ca/100g.

En análisis sensorial del pan, se comprobó que los catadores admiten a todos los tratamientos como aceptables. Sin embargo, numéricamente el mejor tratamiento es T<sub>2</sub>, la mezcla del 80% harina de trigo y 20% harina de papa nixtamalizada, como lo más aceptable por los catadores en los atributos: apariencia, textura y aceptabilidad con un valor de 3,60; con una calificación de “Bueno” según la escala de Wittig, E. (2001).

En lo concerniente al análisis microbiológico realizado al mejor tratamiento en función del análisis sensorial el T<sub>2</sub>, se obtiene los siguientes resultados para mesòfilos 18 ufc/g; mohos/levaduras 12 ufc/g y coliformes totales y E. coli existe una ausencia total, los mismos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma mexicana NOM-147-SSA1-1996.

## 7.2. SUMMARY

In the present investigation were selected potato flour nixtamalized the T<sub>11</sub> for the variety Fripapa to 3% concentration of CaO for 3 minutes of cooking at 90 °C, the winner to have higher calcium content and with respect to bread made with wheat flour and potato masa was selected to the mixture of T<sub>2</sub> 80% wheat flour and potato flour 20% nixtamalized as the best, where they were appreciated by a panel of 10 tasters semi-trained. The first experimental design used for the production of potato flour masa was a "three-factor design" (AxBxC) with two replicates for 18 treatments, the same as it applied to the variables assessed during the preparation of the flour. The second experimental design was applied is a "design completely randomized blocks" with two replicas to three treatments, which was used in the indexes used in the process of making bread with wheat flour and potato masa.

The potato is a crop native to the South American Andes, is one of the most consumed products in the world behind rice, wheat and corn. The potato is rich in protein and carbohydrates, for his part in the protein has a biological value higher than that of cereals, which is due to their higher content of lysine in the protein limiting amino acid in cereals. That's why it replaced a portion of wheat flour for making bread, which were valued by a panel of tasters where attributes were evaluated: color, appearance, flavor, texture and acceptability to select the best treatment. In the best mix of wheat flour and potato masa, the respective analysis was performed bromatological and calcium.

The calcium content in the potato flour nixtamalized increase Ca/100g 82,00 mg containing the raw material dehydrated Ca/100g 202,00 mg in the treatment (A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>) of the variety Fripapa to 3% concentration CaO cooking for 3 minutes at 90 °C. With regard to bread made from a mixture of wheat flour and potato T<sub>2</sub> nixtamalized flour 80% and 20% potato flour masa, the presence of calcium in the common bread made with wheat flour alone has a value of Ca/100g 56,00 mg, while the bread made with wheat flour and potato masa has a value of 80,88 mg Ca/100g.

In sensory analysis of bread, it was found that the assessors accept all acceptable treatments. However, numerically the best treatment is T<sub>2</sub>, the mixture of 80% wheat and 20% potato flour masa, as more acceptable to tasters in the attributes: appearance, texture and acceptability with a value of 3,60; with a rating of "Good" according to the scale Wittig E. (2001).

With regard to microbiological analysis carried out for the best treatment based on sensory analysis of T<sub>2</sub>, we obtain the following results for mesophilic 18 cfu/g, molds/yeasts 12 cfu/g and total coliforms and E. coli there is a total absence, they are within the parameters established by the Mexican standard NOM-147-SSA1-1996.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. **ANDRADE, H.** Requerimientos cualitativos para la Industrialización de la Papa, artículo publicado en la revista INIAP. Ecuador, Quito, 1997.
2. **AOAC.** “Methods of Analysis”. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists, Thirteenth edition, EE.UU, Washington, 1980. Dc.1018.
3. **BORBA, N.** La papa: un alimento básico. RAP-AL (Red acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina). Uruguay, 2008.
4. **CAJAMARCA, E.** Tesis “Evaluación nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa* sara-oca) fresca, endulzada y deshidratada en secador de bandejas”. ESPOCH. Ecuador, Riobamba, 2010.
5. **CALAVERAS, J.** Tratado de Panificación y Bollería. España, 1996.
6. **CASP, A/ABRIL, J.** Procesos de Conservación de Alimentos. Segunda edición, Ediciones Mundi-Prensa, Coedición A. Madrid Vicente, 2003. p. 101.
7. **CAUVIN, S/YOUNG, L.** “Fabricación del pan”. Editorial Acribia. España, Zaragoza, 1998.
8. **CÓRDOVA, A/LUNA, J/RONQUILLO, A.** Tesis “Producción y comercialización de pan de harina de papa en la ciudad de Guayaquil” ESPOL. Ecuador, Guayaquil, 2010.
9. **EDITORIAL TERRANOVA.** Producción Agrícola 2. Segunda edición. Colombia, Bogotá, 2001. p. 351–364.

10. **EGUILLOR, P.** Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – ODEPA. Ministerio de Agricultura. Chile, Santiago de Chile, 2010. pp. 1-5.
11. **ESPINOSA, P.** et al. Raíces y Tubérculos Andinos Cultivos Marginados en el Ecuador-Situación Actual y Limitaciones para la Producción. Ediciones Abya- Yala. Ecuador, Quito, 1997.
12. **ESTACION METEREOLÓGICA LAGUACOTO II.** Ecuador, Guaranda. 2010.
13. **FAO.** Tablas peruanas de composición de alimentos. Centro nacional de alimentación y nutrición instituto nacional de salud. 8<sup>va</sup> edición. Perú, Lima, 2009.
14. **GIANOLA, G.** “La industria moderna de galletas y pastelería.”. Ediciones Paraninfo, S.A., Segunda edición. España, 1990.
15. **HERMANN, M.** Raíces y tubérculos andinos: Prioridades de investigación para un recurso alimentario pospuesto. Centro Internacional de la Papa. Perú, Lima, 1992.
16. **HERRERA, M.** Estudio sobre el subsector de la papa en el Carchi. Ecuador, Carchi, 2002. p. 179-201.
17. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).** NTN INEN 95:1979. Primera revisión. Ecuador, Quito, 1979.
18. **INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP).** Departamento de nutrición y calidad, EESC- INIAP. Ecuador, Quito.
19. **INSTITUTO NACIONAL DE CENSOS Y ESTADÍSTICAS (INEC).** Ecuador, Quito. 2010.

20. **LOZA, E/LOZA, R.** Tesis “Determinación de los parámetros óptimos para la elaboración de pan precocido de yuca (*Manihot esculenta crantz*)”. UTN, Ecuador, Ibarra, 2008.
21. **MONTESDEOCA, F.** Análisis del mercado de la papa para la agroindustria en el Ecuador. Ecuador, Quito, 2000.
22. **NAVAS, G.** “Análisis para implementación de una línea de panificación en Industrias Catedral S.A, con la finalidad de asegurar la estabilidad de sus empleados y trabajadores”. Informe de pasantía previa a la obtención del título de Ingeniero en alimentos. FCIAL, UTA, Ecuador, Ambato, 2009.
23. **NORMA OFICIAL MEXICA.** NOM-147-SSA1-1996. Bienes y Servicios. Cereales y sus Productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. México, México D.F., 1999.
24. **ORTEGA, R.** Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. España, Madrid, 2008.
25. **PINEDA, B/VAZQUEZ, L.** Evaluación fisicoquímica y sensorial de pan suplementado con diferentes concentraciones de harina de papa. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa México D.F. División Ciencias de la Salud Biotecnología, México, México D.F., 2010.
26. **PISCOYA, C.** “Formulación, elaboración y prueba de aceptabilidad de pan francés fortificado con calcio en 2 concentraciones diferentes”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, Lima, 2002.
27. **POULIN, G.** El pan, “Delicia divina al alcance de todos”. Diario el expreso, 2008.

28. **PUMISACHO, M/SHERWOOD, S.** El cultivo de la papa en Ecuador. Primera edición. INIAP, Ecuador, Quito, 2002.
29. **ROLLIN, E.** “Tratado de panadería y pastelería”. Editorial Sintés. España, Barcelona, 1962.
30. **ROONEY, L/SUHENDRO, E.** Perspectives on nixtamalization (alkaline cooking) of maize for tortillas and snacks, *Cereal Foods World* 44:466-470. 1999.
31. **SÉMPER, G.** La papa: “Manzana de la Tierra”. Ecuador, Riobamba, 2002.
32. **SOTO, P.** Panadería – Pastelería. Editora y distribuidora Palomino E.I.R.L. Primera edición, 2000. p. 13-14.
33. **SPOONER, D/HETTERSCHIED, W.** Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum L. sect. Petota Dumort.*). Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Colombia, Bogotá, 2009.
34. **SUQUILANDA, M.** Agricultura Orgánica Alternativa Tecnología del Futuro. Ediciones UTS. Ecuador. Quito, 1996.
35. **TALBURT, W/SMITH, O.** Potato processing. Van Nostrand Reinhold. EE. UU., New York, 1987. p. 8.
36. **TERCER CENSO NACIONAL AGROPECUARIO.** Ecuador, Quito, 2002.
37. **VACA, I/CAMPO L.** Tesis de “Obtención de harina de papa, *Solanum tuberosum L.*”, Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, UTN, Ecuador, Ibarra, 2005. p. 30-60.

38. **VÉLES, J.** Tesis “Caracterización de tostadas elaboradas con maíces pigmentados y diferentes métodos de nixtamalización” Instituto Politécnico Nacional, México, Santiago de Querétaro, 2004.
39. **WATTS, B.** “Métodos Sensoriales Básicos”. Editorial Acribia. España, Zaragoza, 1992.
40. **WITTIG, E.** Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres USACH, Chile, Santiago de Chile, 2001.
41. **ZAMORA, M.** Guía de nutrición, cocina y salud. España, Zaragoza, 2009.

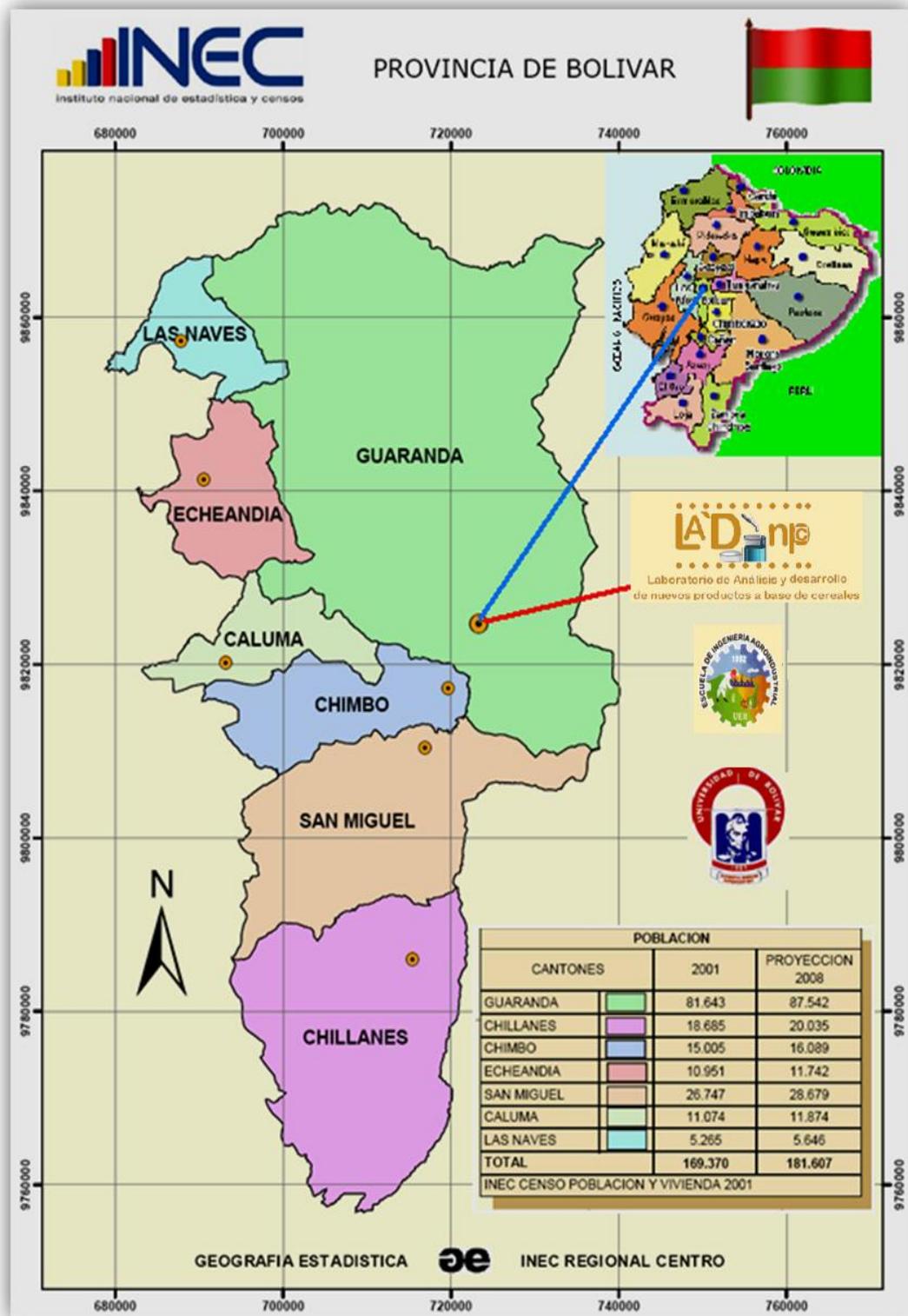
#### **WEBGRAFÍA:**

42. **ALIMENTOSNET.** Disponible en:  
<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/itza/panificacion.doc>. (Consulta: 20 Octubre 2007).
43. **BOTANICAL.** Los cereales. Disponible en: <http://www.botanical-online.com>. (Consulta: 14 Marzo 2012).
44. **EL COMERCIO.** Pan hecho con harina de papa será distribuido a 190000 niños. Disponible en: <http://www.elcomercio.pe/edicionempresa/html>. (Consulta: 11 Abril 2012).
45. **EUROPEAN FOOD INFORMATION COUNCIL.** Valor nutricional del pan. Disponible en: <http://www.eufic.org>. (Consulta: 10 Mayo 2012).
46. **FAO.** Año Internacional de La papa 2008. Disponible en: <http://www.potato2008.org/es/mundo/index.html>. (Consulta: 14 Marzo 2011).

47. **GREMOUNT INTERNATIONAL COMPANY LIMITED.** Eritorbato de Sodio. Disponible en: <http://www.gremount.com.cn>. (Consulta: 15 Marzo 2012).
48. **HISPANETWORK.** Tabla de composición nutricional de alimentos. Disponible en: <http://www.dietas.net>. (Consulta: 10 Mayo 2012).
49. **HORCALZA.** Óxido de calcio. Disponible en: <http://www.horcalsa.com>. (Consulta: 15 Marzo 2012).
50. **MAGAP.** Disponible en: <http://www.magap.gob.ec/sigagro/index>. (Consulta: 09 Noviembre 2011).
51. **PETRYK, N.** Proceso de fabricación del pan. Disponible en: <http://www.alimentacion-sana.org>. (Consulta: 14 Marzo 2011).
52. **QUIMINET.** Ingredientes básicos para la panificación. Disponible en: [http://www.quiminet.com/ar/ar\\_advadvcarm-igrdientes-basicos-para-la-panificacion.htm](http://www.quiminet.com/ar/ar_advadvcarm-igrdientes-basicos-para-la-panificacion.htm). (Consulta: 10 Abril 2006).
53. **TEJERO, F.** Asesoría Técnica Panadera. Disponible en: <http://www.panaderia.com>. (Consulta: 08 Febrero 2012).

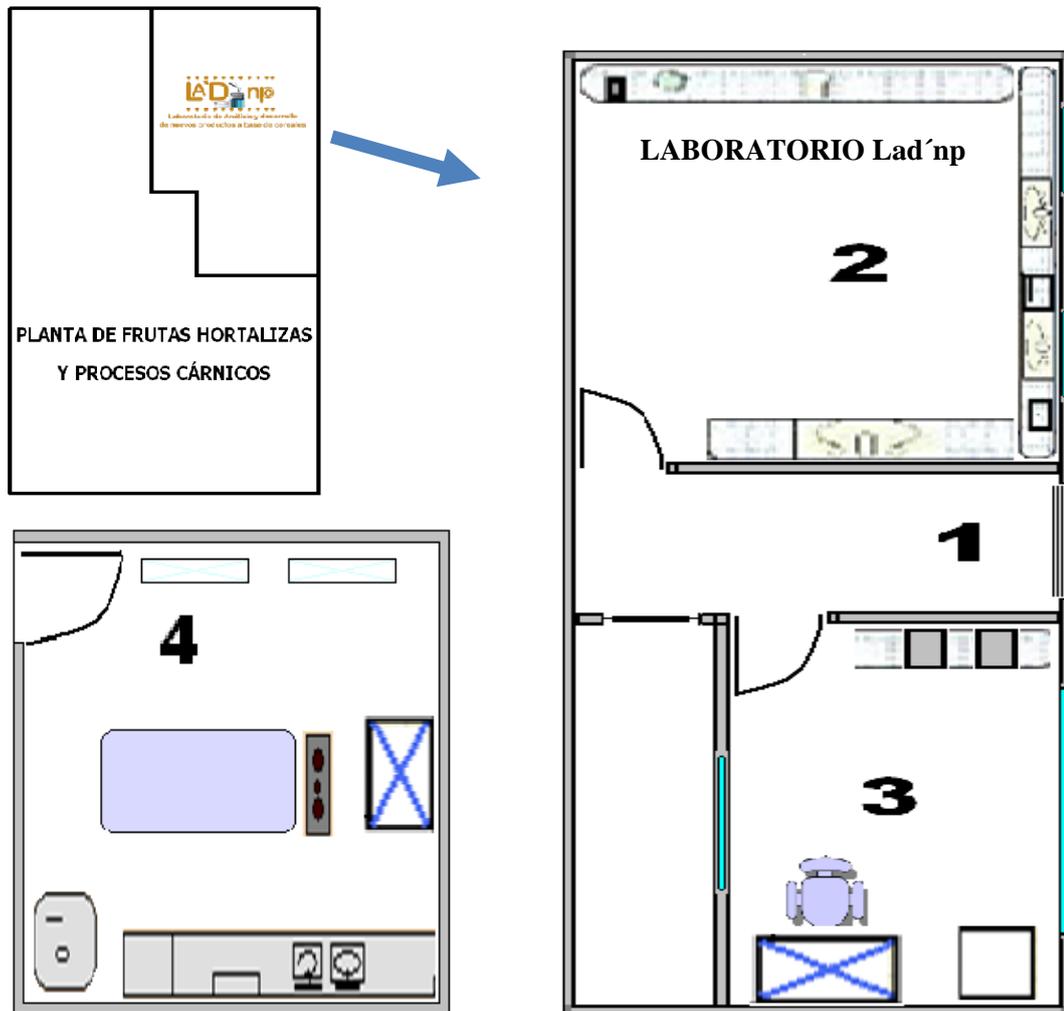
**ANEXOS**

## Anexo 1. Ubicación del proyecto experimental



*FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y Censos, (2010).*

**Anexo 2. Croquis del proyecto /laboratorio de análisis y desarrollo de nuevos productos a base de cereales, Lad`np -UEB.**



**DESCRIPCION:**

- 1 Entrada al laboratorio.
- 2 Área de bromatología.
- 3 Área de microbiología.
- 4 Área de proceso y obtención de productos innovados

### Anexo 3. Hoja de cataciones

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**  
**ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**  
**EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PAN**

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

**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.

Características	Alternativas	Muestra	
		521	233
<b>Color</b>	1.Malo		
	2.Regular		
	3.Bueno		
	4.Muy Bueno		
	5.Excelente		
<b>Apariencia</b>	1.Muy Mala		
	2.Mala		
	3.Regular		
	4.Buena		
	5.Muy Buena		
<b>Sabor</b>	1.Malo		
	2.Regular		
	3.Bueno		
	4.Muy Bueno		
	5.Excelente		
<b>Textura</b>	1.Muy duro		
	2.Duro		
	3.Semi- Blando		
	4.Blando		
	5.Muy Blando		
<b>Aceptabilidad</b>	1.Malo		
	2.Regular		
	3.Bueno		
	4.Muy Bueno		
	5.Excelente		

**Fuente:** Wittig, E. (2001) Modificado.

**Observaciones:**

---

---

#### Anexo 4. Medias de análisis sensorial del pan.

**Tabla 1. Medias del análisis sensorial del pan elaborado con harinas de trigo y papa nixtamalizada.**

Nº CASOS	CATADORES	TRATAMIENTO	COLOR	APARIENCIA	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD
1	1	T1	4,0	4,0	4,0	2,5	4,0
2	2	T1	4,0	5,0	4,0	3,5	3,5
3	3	T1	4,0	4,0	3,5	3,0	3,5
4	4	T1	3,5	4,0	3,0	2,5	3,0
5	5	T1	4,5	5,0	4,0	3,0	4,0
6	6	T1	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0
7	7	T1	2,5	4,0	3,5	2,5	2,5
8	8	T1	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
9	9	T1	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5
10	10	T1	2,5	4,0	3,0	3,5	3,0
1	1	T2	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5
2	2	T2	3,5	4,5	3,5	3,5	3,5
3	3	T2	3,5	4,0	4,5	3,5	4,0
4	4	T2	3,0	4,0	4,0	3,0	3,5
5	5	T2	4,5	5,0	4,5	3,5	5,0
6	6	T2	2,5	3,5	3,5	3,0	3,5
7	7	T2	3,0	4,5	3,0	3,0	3,0
8	8	T2	2,5	3,5	2,5	3,0	2,5
9	9	T2	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0
10	10	T2	2,5	4,0	3,5	3,5	3,5
1	1	T3	3,0	3,5	4,0	3,5	3,0
2	2	T3	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0
3	3	T3	3,5	3,5	4,0	3,5	4,0
4	4	T3	3,5	4,5	4,5	3,0	3,5
5	5	T3	3,5	4,5	3,5	3,0	3,5
6	6	T3	3,5	4,0	3,5	3,0	4,0
7	7	T3	3,0	4,0	3,5	3,0	3,0
8	8	T3	2,5	3,0	3,0	2,5	3,0
9	9	T3	4,0	4,5	4,0	4,0	4,5
10	10	T3	3,0	4,0	3,5	3,5	3,0
		$\Sigma$	<b>100,0</b>	<b>122,5</b>	<b>109,5</b>	<b>96,5</b>	<b>104,5</b>
		<b>x</b>	<b>3,3</b>	<b>4,1</b>	<b>3,7</b>	<b>3,2</b>	<b>3,5</b>

*Experimentales: Proyecto PINAP-UEB. Paca, A. (2012).*

## Anexo 5. Fotografías

### 5.1. Elaboración de harina de papa nixtamalizada

#### Recepción y pesado de la materia prima



**Variedad Gabriela**



**Variedad Superchola**



**Variedad Fripapa**



**Lavado**



**Pesado**



**Sol. Erit. Sodio 0,4%**



**Escurreido**



**Pesado**



**Nixtamalizado**



**Escurreido**



**Secado**



**Molido**



**Tamizado**



**Enfundado**



**Almacenado**

## 5.2. Análisis de calcio en harina de papa nixtamalizada



**Pesado**



**Mufla**



**Ceniza**



**Control de pH**



**Á. Nítrico**



**Ebullición**



**Añadir Kit calcio**



**Reposo**



**Espectrofotómetro**

### 5.3. Elaboración del pan a base de harina de trigo y harina de papa nixtamalizada



**Recepción**



**Dosificado**



**Amasado**



**Reposo**



**Boleado**



**Reposo**



**Horneado**



**Consumo**

#### 5.4. Catación de los panes



## 5.5. Análisis bromatológicos



**Análisis Humedad**



**Análisis Grasa**



**Análisis Fibra**



**Análisis Proteína**



**Análisis Ceniza**

## 5.6. Análisis microbiológico del pan



## **Anexo 6. Normas para recuento microbiológico**

**Tabla 2:** Recuentos permitidos según las normas para el pan blanco, pan de harinas integrales y productos de bollería:

<b>Especificaciones</b>	<b>Límite máximo</b>
<b>Mesofílicos aerobios</b>	1000 UFC/g
<b>Coliformes totales</b>	<10 UFC/g
<b>Mohos</b>	20 UFC/g
<b>Levaduras</b>	20 UFC/g

*Fuente:* Norma Oficial Mexicana NOM -147-SSA1 – 1996.

## **Anexo 7. Glosario de términos**

**Acido nicótico.-** La vitamina B3, juegan roles esenciales en el metabolismo energético de la célula y de la reparación de ADN.

**Adventicias.-** Son aquellas que no provienen de la radícula del embrión, sino que se originan en cualquier otro lugar de la planta.

**Áster.-** Es un orgánulo de la célula formado por filamentos que parten de la centrosfera y forman la envoltura más exterior del centrosoma.

**Corolas.-** Es el verticilo interno de las flores que tienen periantoheteroclamídeo. Se compone de pétalos.

**Cotiledón.-** Son las hojas primordiales constitutivas de la semilla y se encuentran en el germen o embrión.

**Dicotiledónea.-** Se dice de los vegetales cuyo embrión tiene dos cotiledones. Clase del subtipo de las Angiospermas, constituida por plantas que tienen dos cotiledones en su embrión como la judía y la malva.

**Diurético.-** Se denomina a toda sustancia que al ser ingerida provoca una eliminación de agua y sodio en el organismo, a través de la orina.

**Dextrinas.-** Son un grupo de oligosacáridos de poco peso molecular producidas por la hidrólisis del almidón.

**Epicotilo.-** Es la parte del eje del vástago que, en el embrión, se encuentra situado por encima de la inserción de los cotiledones. En otras palabras, se trata del primer entrenudo de una planta.

**Gelificación.-** Modificación de la celulosa de las membranas de las células vegetales.

**Gemación.-** Es una división desigual, consistente en la formación de prominencias o yemas sobre el individuo progenitor, que al crecer y desarrollarse

origina nuevos seres que pueden separarse del organismo parental o quedar unidos a él, iniciando así una colonia.

**Glutenina.-** Es conocida como una de las proteínas que contiene el trigo, junto con la gliadina para formar el gluten. Debido a su estructura polimérica la glutenina es extremadamente elástica y proporcionan además una baja extensibilidad siendo las proteínas que dan fuerza al gluten durante el amasado.

**Hibridación.-** Es el proceso de mezclar diferentes especies o variedades de organismos para crear un híbrido.

**Hipocotilo.-** Es el término botánico usado para referirse a una parte de la planta que germina de una semilla.

**Molturar.-** Moler granos o frutos.

**Neurotransmisores.-** Es una biomolécula que transmite información de una neurona (un tipo de célula del sistema nervioso) a otra neurona consecutiva, unidas mediante una sinapsis.

**Nixtamal.-** Es el nombre que se le da al maíz cocido con cal, con la finalidad de eliminar el hollejo. Es usado principalmente para la elaboración de tortillas.

**Sufflé.-** Es un plato ligero elaborado al horno con las claras de los huevos batidas a punto de nieve y combinados con otros ingredientes, servido como plato principal o como postre.

**Tiamina.-** También conocida como la vitamina B1. Es una molécula que consta de 2 estructuras cíclicas orgánicas interconectadas: un anillo pirimidina con un grupo amino y un anillo tiazol azufrado unido a la pirimidina por un puente metileno.