

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y VIDA ÚTIL DEL PITO DE CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule* AELLEN) DEL AYLLU MAJASAYA MUJLLI, PROV. TAPACARI DEL DPTO. DE COCHABAMBA.**

Proyecto de Grado, Presentado Para Optar al Diploma Académico de  
**Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.**

**Presentado por:** Mónica Consuelo Choque Chávez

**Tutora:** Lic. Maria Esther Giannini Zallocco

**Cochabamba – Bolivia**

**Noviembre, 2006**

*Dedicatoria*

*A Dios por darme la fortaleza y fuerza.  
A mis padres Vilma y Eleuterio  
A mis hermanas y hermano  
Especialmente a Verito  
Con mucho cariño.*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por acompañarme, protegerme, darme fuerza, sabiduría y coraje para seguir siempre adelante en los buenos y malos momentos.

Con mucho cariño a mis padres por toda su confianza, apoyo, esfuerzo y sacrificio. A mis hermanas y hermano, especialmente a Isabel por toda su confianza, cariño, consejos y apoyo en cada instante.

A los Centros Universitarios AGRUCO (Agroecología Universidad Cochabamba), IESE (Instituto de Estudios Sociales y Económicos) y a la Cooperación Sueca ASDI/SAREC-DICyT por el financiamiento para la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Freddy Delgado, Director de AGRUCO y al Ing. Rodrigo Pérez, por la oportunidad para la realización de este trabajo y orientación.

Especialmente a la Ing. Eltha Molina, por su paciencia y confianza, por su apoyo y por el enorme entusiasmo e interés en mi trabajo. Sobre todo gracias por el cariño demostrado desde el primer día que llegue a laboratorio para llevar a cabo esta investigación.

A mi tutora Lic. Maria Esther Giannini, por su paciencia, colaboración y apoyo en la revisión del presente trabajo. Al Lic. Ruder Medrano, Ing Sergio Carvallo y a la Dr. Adelina Herbas por la revisión y sugerencias realizadas.

A la Ing. Florencia Vargas y al personal del Departamento de Agroindustrias por su apoyo y colaboración.

A la Lic. Claudia Montaña por las sugerencias y revisión del presente trabajo. A mis compañeros del Proyecto Cañahua y a todos los participantes del análisis sensorial.

A Gabriela Flores, Carla Pacheco, Gustavo Durán y a Gonzalo Román por sus consejos y su gran amistad.

## FICHA RESUMEN

En el presente trabajo, se realizó la determinación de la composición nutricional y la vida útil del pito de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), del Ayllu Majasaya Mujlli.

Para ello, primeramente se efectuó el diagnóstico del proceso de producción mediante la observación participativa. Donde se identificaron que existen operaciones unitarias críticas que influyen y afectan a la calidad, inocuidad y a la vida útil del producto, por lo que se definieron estrategias para el mejoramiento y la optimización del proceso de producción.

Las estrategias se enfocaron en: La implementación de programas de higiene y elaboración de procedimientos operacionales estandarizados de sanidad, capacitación del personal en buenas prácticas de higiene y manufactura, y en mejorar la infraestructura de la planta de procesamiento con la construcción de tres áreas: un ambiente destinado para la recepción, pesado y almacenamiento de la materia prima, otro para el lavado de la materia prima y para la higiene del personal, baños y vestidores. Así, también se sugiere realizar todo el proceso de elaboración del pito de cañahua en la planta de procesamiento y la adquisición de un secador solar rotatorio.

Posteriormente, se llevó a cabo la determinación de la vida útil del pito de cañahua en diferentes condiciones de almacenamiento, donde se realizó el análisis sensorial a través de un grupo de panelistas semi-entrenados los cuales evaluaron las características organolépticas: olor, sabor y color. También se analizaron los parámetros fisicoquímicos: acidez, pH y humedad. De acuerdo a los resultados, el pito de cañahua presenta 16,00 % de proteínas, 8.81 % de lípidos, 2,68 % de cenizas, carbohidratos 61.73 %, fibra 6.79 %, humedad de 4,20 % y una actividad de agua de 0,12, lo que nos indica que es estable microbiológicamente. La vida útil del pito de cañahua almacenado a temperatura ambiente fue de seis meses, y esta se reduce a una mayor temperatura. Con relación a la estabilidad de almacenamiento, el pH disminuye, la acidez aumenta de acuerdo al tiempo de almacenamiento y la humedad se equilibra poco a poco con la humedad relativa del ambiente.

# INDICE

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4

## CAPITULO 2

### REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 VIDA ÚTIL.....	5
2.1.1 Generalidades.....	5
2.1.2 Definición e importancia.....	5
2.1.3 Factores que afectan la vida útil de un producto.....	6
2.1.3.1 Factores intrínsecos.....	7
2.1.3.2 Factores extrínsecos.....	7
2.1.4 Establecimiento de la vida útil.....	8
2.2 ANALISIS SENSORIAL.....	9
2.3 ALTERACION, CONSERVACIÓN Y CONTAMINACIÓN DE LOS CEREALES Y PRODUCTOS DERIVADOS.....	10
2.3.1 Alteraciones microbiológicas.....	10
2.3.2 Alteraciones en las características fisicoquímicas y bromatológicas.....	10

2.3.2.1	Alteración de los hidratos de carbono.....	11
2.3.3.2	Cambios en los lípidos.....	11
2.3.3.3	Cambios en las sustancias minerales.....	12
2.3.3.4	Cambios en las vitaminas.....	12
2.3.3	Características organolépticas.....	12
2.3.4	Contaminación.....	13
2.3.4.1	Peligros biológicos.....	13
2.3.4.2	Peligros químicos.....	17
2.3.4.3	Peligros físicos.....	17
2.3.5	Indicadores específicos de control durante el almacenamiento de las harinas.....	18
2.3.5.1	Humedad.....	18
2.3.5.2	Acidez y pH.....	19
2.4	LA CAÑAHUA.....	20
2.4.1	Antecedentes generales.....	20
2.4.2	Clasificación botánica de la cañahua.....	21
2.4.3	Centros de producción de la cañahua.....	21
2.4.4	Composición nutricional o química.....	22
2.4.4.1	Proteínas.....	22
2.4.4.2	Fibra.....	23
2.4.4.3	Lípidos.....	23
2.4.5	Usos y formas de consumo.....	24

## CAPITULO 3

### MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION.....	26
3.2 MATERIALES.....	28
3.2.1 Materia prima.....	28
3.2.2 Equipos.....	28
3.3 METODOS.....	29
3.3.1 Metodología de trabajo.....	29
3.3.2 Procedimientos utilizados en el control de calidad y la composición nutricional.....	30
3.3.2.1 Análisis microbiológico.....	31
3.3.2.2 Determinación de la composición nutricional y $a_w$ .....	31
3.3.3 Determinación de la vida útil.....	32
3.3.3.1 Condiciones experimentales de almacenamiento.....	32
a) Ensayo a temperatura de $10 \pm 2^\circ \text{C}$ .....	32
b) Ensayo a temperatura ambiente $25^\circ \text{C}$ .....	33
c) Ensayo a temperatura de $35^\circ \text{C}$ .....	33
3.3.3.2 Análisis realizados durante el almacenamiento.....	33
3.3.3.3 Evaluación sensorial.....	34
a) Panel analítico.....	34
b) Preparación y presentación de muestras.....	34
3.3.3.4 Toma de muestras.....	35

## CAPITULO 4

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Caracterización de la materia prima.....	36
4.1.1	Componentes mayoritarios.....	36
4.2.1	Componentes minoritarios.....	38
4.2	Descripción del proceso de elaboración del pito de cañahua.....	40
4.2.1	Descripción de las operaciones unitarias.....	41
	a) Limpieza y lavado.....	41
	b) Secado y acondicionamiento del grano.....	42
	c) Tamizado o cernido.....	43
	d) Tostado.....	44
	e) Recepción del grano tostado.....	45
	f) Molienda.....	45
	g) Tamizado o cernido.....	45
	h) Envasado y comercialización.....	46
4.2.2	Infraestructura.....	47
	a) Área de procesamiento.....	47
	b) Área de almacenamiento.....	48
4.3	Resultados del diagnostico del proceso de elaboración del pito de cañahua.....	49
4.3.1	Proceso de elaboración artesanal.....	49
	4.3.1.1 Aspectos organizacionales.....	50
	4.3.1.2 Aspectos de calidad.....	50
	a) Higiene y saneamiento.....	51
	b) Infraestructura.....	51
	c) Equipo, materiales y utensilios.....	51
	d) Área de empaque.....	51
	e) Control y operaciones de calidad.....	52
4.3.2	Determinación de la inocuidad del producto.....	52

4.3.3	Descripción del producto terminado.....	54
4.3.4	Identificación de los peligros existentes y planteamiento de estrategias para la mejora de la calidad.....	56
4.3.4.1	Estrategias de mejora de la calidad.....	59
4.4	Propuesta para la optimización del proceso de elaboración para la mejora de la calidad del producto.....	63
a)	Recepción y prelimpieza de la materia prima.....	64
b)	Remojo y lavado del grano.....	64
c)	Secado.....	65
d)	Tostado.....	66
e)	1 <sup>er</sup> Tamizado.....	67
f)	Molienda.....	68
g)	2 <sup>do</sup> Tamizado.....	68
h)	Envasado.....	68
4.5	Determinación de la vida útil del pito de cañahua.....	70
4.5.1	Establecimiento de la vida útil del pito de cañahua.....	70
4.5.1.1	Determinación de los componentes mayoritarios.....	70
4.5.1.2	Determinación de la seguridad del producto.....	72
4.5.2	Cambios durante el periodo de almacenamiento.....	73
4.5.2.1	Humedad.....	73
a)	Almacenamiento a temperatura $10 \pm 2$ ° C.....	73
b)	Almacenamiento a temperatura ambiente $25 \pm 5$ ° C.....	74
c)	Almacenamiento a temperatura $35 \pm 3$ ° C.....	75
4.5.2.2	pH.....	76
a)	Almacenamiento a temperatura $10 \pm 2$ ° C.....	76
b)	Almacenamiento a temperatura ambiente $25 \pm 5$ ° C.....	78
c)	Almacenamiento a temperatura $35 \pm 3$ ° C.....	78
4.5.2.3	Acidez.....	80
a)	Almacenamiento a temperatura $10 \pm 2$ ° C.....	80

b) Almacenamiento a temperatura ambiente $25 \pm 5^\circ \text{C}$ .....	81
c) Almacenamiento a temperatura $35 \pm 3^\circ \text{C}$ .....	82
4.5.2.4 Evaluación sensorial.....	88
a) Olor.....	90
b) Sabor.....	91
c) Color.....	92

## **CAPITULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 CONCLUSIONES.....	95
5.2 RECOMENDACIONES.....	96
5.3 BIBLIOGRAFIA.....	97
ANEXOS.....	105

### **ABREVIATURAS**

AGRUCO: Agroecología Universidad Cochabamba

A.O.A.C: Asociación Oficial de Química y Agricultura

BPH: Buenas Prácticas de Higiene

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura

g: Gramo

HACCP: Análisis de peligros y puntos críticos de control

IESE: Instituto de Estudios Sociales y Económicos

INE: Instituto Nacional de Estadística

kg: Kilogramos

Km: Kilómetros

Km<sup>2</sup>: Kilómetros cuadrados

MIP: Manejo integrado de plagas

msnm.: Metros sobre el nivel del mar

NMP: Número Más Probable

PHP: Prácticas de Higiene del Personal.

POES: Procedimientos operativos estandarizados de sanidad

RTBAM: Recuento Total de Bacterias Aerobias Mesófilas

UFC: Unidades Formadoras de Colonias

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición proximal de la cañahua y otros granos.....	23
2	Ácidos grasos presentes en la cañahua en comparación con otros cereales andinos.....	24
3	Programación de los tiempos de muestreo para las diferentes condiciones de almacenamiento.....	35
4	Composición de la cañahua por 100 gramos.....	36
5	Composición nutricional del grano de cañahua en diferentes variedades.....	37
6	Composición nutricional de tres variedades de cañahua.....	37
7	Composición nutricional del grano de cañahua por 100g.....	38
8	Composición química de los minerales del grano de cañahua.....	39
9	Composición química de los minerales del grano de cañahua en diferentes variedades.....	39
10	Composición química de los minerales del grano de cañahua.....	40
11	Descripción de las características de la construcción de la infraestructura de la microempresa de LacoLaconi.....	48
12	Análisis microbiológico del grano seco de dos muestras.....	53
13	Análisis microbiológico del producto final de dos muestras.....	54
14	Descripción del etiquetado del producto pito de cañahua.....	55
15	Identificación de los peligros existente en el actual proceso de producción del pito de cañahua.....	56
16	Estrategias de mejora de la calidad.....	60
17	Análisis fisicoquímicos del pito de cañahua.....	71
18	Análisis microbiológico del pito de cañahua.....	72
19	Medidas de humedad relativa % y temperatura registradas en el	

	almacenamiento.....	74
20	Variación en la calificación sensorial en el pito de cañahua durante el almacenamiento.....	88

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Cultivos de quinua y cañahua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)....	20
2	Mapa de ubicación del Ayllu Majasaya Mujlli.....	27
3	Materiales empleados en el lavado del grano.....	41
4	Lavado del grano de cañahua.....	42
5	Secado del grano de cañahua.....	42
6	Impurezas mayores.....	43
7	Tamizado del grano después del secado.....	43
8	Tostado del grano de cañahua.....	44
9	Molino de martillos.....	45
10	.Salvado obtenido después del tamizado del grano tostado.....	46
11	Subproductos obtenidos después del tamizado del pito de cañahua..	46
12	Muestras de pito de cañahua de diferentes productores.....	47
13	Diagrama de flujo del procesamiento actual del pito de cañahua.....	49
14	Diagrama de flujo del proceso de elaboración para la mejora	63
15	Secador solar móvil.....	66
16	Secador solar fijo de construcción sólida, en hormigón, metal y vidrio.....	66
17	Impurezas, separadas en la prelimpieza.....	67
18	Impurezas separadas después del secado.....	67
19	Balance de masa del pito de cañahua.....	69
20	Variación del contenido de humedad Vrs. tiempo de almacenamiento a 10 ° C.....	73
21	Variación del contenido de humedad Vrs. tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente.....	74
22	Variación del contenido de humedad (%) obtenidos durante el almacenamiento a temperatura ambiente.....	75

23	Contenido de humedad en las diferentes condiciones de almacenamiento.....	75
24	Variación del pH durante el almacenamiento a temperatura de $10 \pm 2^\circ \text{C}$ .....	77
25	Variación del pH durante el almacenamiento a temperatura ambiente.....	78
26	Variación del pH durante el almacenamiento a $35^\circ \text{C}$ .....	79
27	Variación del pH en las diferentes condiciones de almacenamiento.....	79
28	Variación de la acidez durante el almacenamiento a $10^\circ \text{C}$ .....	81
29	Variación de la acidez durante el almacenamiento a temperatura ambiente.....	82
30	Variación de la acidez durante el almacenamiento a $35 \pm 3^\circ \text{C}$ .....	83
31	Variación de la acidez durante el almacenamiento en las diferentes condiciones de almacenamiento.....	85
32	Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad acuosa.....	85
33	Hidrólisis de los triacilglicéridos.....	86
34	Mecanismo de oxidación de lípidos.....	87
35	Promedios ponderados del olor obtenidos en la evaluación sensorial durante el almacenamiento.....	90
36	Promedios ponderados del sabor obtenidos en la evaluación sensorial durante el almacenamiento.....	91
37	Promedios ponderados del color obtenidos en la evaluación sensorial durante almacenamiento.....	92

## INDICE DE ANEXOS

Anexo		
1	Procedimientos utilizados en el análisis microbiológico.....	105
2	Plan de trabajo del análisis sensorial.....	109
3	Resultados de los análisis fisicoquímicos.....	111
4	Obra civil actual del área de procesamiento con la que cuenta la planta de procesamiento de Lacoconi.....	112
5	Sugerencias para la construcción de obras civiles.....	113
6	Datos promedios de los parámetros de control realizados en la determinación de la vida útil del pito de cañahua.....	114

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

La Región Andina es considerada como uno de los ocho centros de domesticación de especies cultivables de alto valor nutritivo, entre las que se encuentra la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Este cultivo tiene una adaptación específica a lugares altoandinos (generalmente por encima de 3800 msnm), encontrándose entre sus principales potenciales la resistencia a las bajas temperaturas y su alto valor nutritivo (15.5 % de proteína), hecho que hace que el cultivo de la cañahua posea un alto valor sociocultural y económico para los pobladores de las comunidades campesinas e indígenas donde se cultiva esta especie (LESCANO, 1994).

La cañahua al igual que la quinua y el amaranto formaron parte esencial de la dieta del hombre durante miles de años. A la llegada de los españoles, estos fueron desplazados, perdiendo mucha importancia pues los conquistadores la asociaban con costumbres paganas, inclusive se trató de erradicar el cultivo de algunas especies, aparentemente por el carácter sagrado de estas plantas para los Incas, se continuó su cultivo confinado a algunas zonas de difícil acceso, constituyéndose de esa manera en un alimento básico y central de la alimentación de las familias de esas regiones.

En los últimos años, después de tantos siglos, comienzan a revalorizarse los cereales andinos por el alto valor nutritivo, al ser considerados uno de los pocos alimentos de origen vegetal que son nutricionalmente completos, es decir, que presentan un alto contenido de proteínas y un adecuado balance de aminoácidos esenciales para la vida humana.

## 1.2 JUSTIFICACION

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), es una de las especies andinas poco conocidas y estudiadas actualmente. En los últimos años, su cultivo se ha reducido significativamente por diversos factores, entre los principales podemos señalar: el desconocimiento de sus propiedades nutricionales, lo que origina el poco interés por consumirlos, lo cual no ha estimulado una mayor producción.

Así también, en literatura se encuentran datos contradictorios referentes a la composición nutricional entre los cuales podemos mencionar a RISI (1984), quien señala que la cañahua presenta 9.0 % de grasa, en cambio TAPIA (1988) nombra valores de hasta 3.98 %. También se menciona, que la cantidad de calcio es tres veces mayor en comparación con la quinua (REPO-CARRASCO, 1988). Por el contrario FRIES (1986) indica que la quinua presenta un mayor contenido de calcio en relación con la cañahua.

Por lo mencionado anteriormente, a través del proyecto de investigación denominado: “MEJORAMIENTO DE LA COMPETITIVIDAD DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, TRANSFORMACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN PARA LA CADENA PRODUCTIVA DE LA CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)” PO1AA002 se está empezando a revalorizar, promocionar y comercializar la cañahua en ferias urbanas como pito de cañahua; con el propósito de darle un mayor valor agregado, para apoyar al desarrollo, lo que permite a las familias campesinas mejorar sus condiciones de vida.

Ante esta situación, se requiere contar con estudios de la composición nutricional del grano y pito de cañahua que es la forma en la cual se consume y comercializa actualmente.

Además de esto, es importante determinar la vida útil para este nuevo producto, ya que actualmente no se cuenta con este dato de mucho interés, que permite incluir la fecha de vencimiento en el etiquetado, requisito indispensable según normas nacionales e

internacionales, determinando de esta manera la fecha límite hasta la cual el alimento puede ser consumido.

Actualmente, en las comunidades de estudio se cuenta con una microempresa donde se realiza el envasado del pito de cañahua; que se encuentra atravesando una serie de dificultades que limitan el acceso a otros mercados de comercialización ya que no se cuenta con el apoyo técnico que permita mejorar la calidad de este producto. Entre las dificultades que atraviesa la microempresa podemos indicar:

- Actualmente la elaboración del pito de cañahua se realiza de forma muy artesanal ya que no se cuenta con ningún sistema de capacitación del personal, no existe implementado ningún tipo de documentación y recomendaciones que permitan mejorar el proceso de producción.
- No se cuenta con el registro sanitario, tampoco se especifica la fecha de elaboración o vencimiento, por lo que es vendido principalmente en ferias agrícolas cercanas y en las provincias.
- En el proceso artesanal que se realiza actualmente, existen muchos factores que influyen y afectan a la inocuidad, calidad y por lo tanto a la vida útil del producto

El presente trabajo forma parte del Proyecto de investigación PO1AA002, que viene ejecutando el Centro Universitario Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO) juntamente con IESE (Instituto de Estudios Sociales y Económicos); apoyado financieramente por ASDI<sup>1</sup>-SAREC<sup>2</sup> en el marco de un convenio entre la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) y la Cooperación Sueca, estando a cargo de la administración y el monitoreo, la Dirección de Investigación, Científica y Tecnológica (DICyT) de la UMSS.

---

<sup>1</sup> ASDI: Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

<sup>2</sup> SAREC: Organismo Sueco para Investigación Cooperativa con Países en Desarrollo

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la composición nutricional y la vida útil del pito de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) del Ayllu Majasaya Mujlli, Prov. Tapacará del Dpto. de Cochabamba.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la composición nutricional de los componentes mayoritarios y minoritarios del grano de cañahua.
- Realizar el diagnostico del proceso de producción del pito de cañahua.
- Definir estrategias de acción para la mejora de la calidad del proceso de producción del pito de cañahua.
- Determinar la composición nutricional de los componentes mayoritarios del pito de cañahua.
- Determinar la vida útil del pito de cañahua en las diferentes condiciones de almacenamiento.

## **CAPITULO 2**

### **REVISION BIBLIOGRAFICA**

#### **2.1 VIDA UTIL**

##### **2.1.1 Generalidades**

En las últimas décadas, como parte del desarrollo que han tenido nuestras sociedades, el ser humano cada día demanda más calidad y más información sobre los productos que consume. Esta característica se hace aún más importante cuando se trata de productos alimenticios, donde juegan aspectos muy particulares relacionados con la salud, la nutrición, el gusto y la satisfacción esperada, a partir del consumo de los mismos. Hoy en día los consumidores, quieren que se les garantice que los productos alimenticios que adquieren en supermercados, tiendas y demás establecimientos comerciales, sean seguros, nutritivos y salubres, y que la tecnología utilizada en su elaboración cumpla las normas mínimas de calidad. (LABUZA, 1982; SANZ, 2001).

Dicha característica, atada al deseo del buen fabricante y comerciante de alimentos de satisfacer las necesidades del consumidor, proveyéndoles con productos de alta calidad, ha resaltado la importancia de conocer la vida útil de los alimentos que se ofrecen en el mercado (COLES *et al.*, 2004; MAN, 2004).

##### **2.1.2 Definición e importancia**

La vida útil de acuerdo a COLES *et al.*, (2004) se define como el periodo de tiempo, durante el cual el producto alimenticio debe conservar sus características sensoriales, químicas, físicas, funcionales o microbiológicas y en caso necesario, cumplir con la información nutricional indicada en la etiqueta cuando se almacena correctamente. Los

términos vida de anaquel, vida en estante (“shelf life”), tiempo de almacenaje y vida comercial útil o caducidad se utilizan regularmente como sinónimos de vida útil.

El Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFST, 1993) nos da la siguiente definición de vida útil de un producto: Es el periodo de tiempo durante el cual el alimento es seguro, retiene sus cualidades sensoriales y sus características químicas, físicas y microbiológicas, en otras palabras se define como el periodo de tiempo, después del envasado o elaboración y cumpliendo determinadas condiciones de almacenamiento, en el que el alimento sigue siendo seguro, aceptable y apropiado para su consumo (MAN, 2004).

El conocimiento de la vida útil de los productos alimenticios es un dato de interés, tanto para los productores como para los consumidores. La importancia de conocer la vida útil de un alimento procesado puede enfocarse tanto desde el punto de vista del consumidor, como desde el punto de vista del productor o fabricante. Para el primero, el tiempo de vida útil debe garantizar un nivel aceptable en la calidad del producto al momento de su compra y/o consumo. Para el fabricante, el tiempo de vida útil constituye una manera de garantizar la satisfacción del consumidor hacia su producto, si éste es consumido antes de la fecha que marca la terminación de su vida útil. Por otro lado, definiendo el tiempo de vida del producto, el fabricante puede minimizar la incidencia de reclamos relacionados con la calidad del mismo. Los estudios de vida útil son además una herramienta empleada en actividades relacionadas con el desarrollo o la reformulación de productos.

### **2.1.3 Factores que afectan la vida útil de un producto alimenticio**

La vida útil de un producto está limitada y depende de uno o varios factores que interactúan de manera independiente o combinada (COLES *et al.*, 2004). La vida útil de un producto se ve muy afectada por muchos factores que van, desde el inicio de la cadena de producción hasta el consumidor final, apartado que suelen desconocer muchas veces los fabricantes de alimentos cuando hacen pruebas para determinar la vida útil (COLES *et*

*al.*, 2004; KILCAST y SUBRAMANIAN, 2000; MAN, 2004). Estos factores que influyen se pueden dividir en dos grupos:

**2.1.3.1 Factores intrínsecos:** son las propiedades resultantes de la composición y estructura del producto final, y son:

- Materias primas.
- Composición y estructura del producto
- Actividad del agua ( $a_w$ ).
- Valor del pH y acidez total.
- Microflora natural y número de microorganismos sobrevivientes en el producto final.
- Disponibilidad de oxígeno y potencial redox ( $E_H$ ).
- Química / bioquímica natural del producto.
- Aditivos añadidos (por ejemplo, sal, especias y antioxidantes).
- Fórmula y presentación del producto.
- Interacciones con el envase (por ejemplo migraciones, picado de una lata).

**2.1.3.2 Factores extrínsecos:** son el resultado del entorno que rodea al producto durante su vida, y son:

- Elaboración.
- Preparación de materias primas.
- Higiene y manipuleo.
- Sistema de embalaje y materiales de envasado.
- Consideraciones comerciales.
- Manipulación y utilización por parte del consumidor
- Almacenamiento, distribución exposición en punto de venta, en particular con relación a la exposición a la luz, variaciones de temperatura y humedad excesiva o escasa.

#### 2.1.4 Establecimiento de la vida útil

La manera más habitual y directa de establecer la vida útil de un producto, es realizar pruebas de almacenamiento del producto en cuestión, en condiciones similares a las que probablemente tengan lugar durante el almacenamiento, distribución, exposición para la venta y uso por el consumidor. Este enfoque puede no ser aceptable si la caducidad prevista es muy larga. En este caso, se pueden usar técnicas como el ASLD (Accelerated shelf life Determinación) por supuesto, si el producto estudiado es una variante de los ya existentes.

Como parte del estudio de vida útil primeramente se debe garantizar la seguridad o inocuidad del producto<sup>1</sup> y la calidad que cubra con las expectativas del consumidor, y solo después de eso, se puede determinar la vida útil. Para garantizar la seguridad del producto, se realiza un estudio del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) de acuerdo con los principios publicados por la Comisión de Higiene Alimentaria del Codex (CODEX, 1997). El propósito es identificar los peligros físicos, químicos y microbiológicos en todos los puntos de la cadena alimenticia de producción. La manera más eficaz es una aplicación cuidadosa, en la producción y elaboración de los principios de las Buenas Prácticas de Higiene BPH y Manufactura BPM (COLES *et al.*, 2004; MAN, 2004). Las pruebas de vida útil generalmente suelen ser específicas para cada producto y pueden incluir alguno o todos los elementos siguientes:

- Análisis microbiológicos
- Análisis físicos y químicos.

Y en todos los casos se emplea el **análisis sensorial**, teniendo certeza de la seguridad del alimento o producto, la evaluación sensorial es sin duda la prueba más apropiada para evaluar los cambios durante las pruebas de almacenamiento (KILCAST, 2000).

---

<sup>1</sup> Seguridad del alimento se define como la garantía de que los alimentos no causarán perjuicios a los consumidores cuando sean preparados y/o ingeridos de acuerdo con su uso previsto (FAO/WHO, 1997).

## 2.2 ANALISIS SENSORIAL

El Análisis Sensorial o Evaluación Sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos. La palabra sensorial deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea sus cinco sentidos (ANZALDÚA, 1994).

Según CORNEJO y LEVERATO, citados por KILCAST (2000), la evaluación sensorial de los alimentos consiste en la aplicación de diferentes técnicas que mediante el uso de los sentidos permiten llegar a una valorización muy adecuada de los alimentos que son ingeridos.

La evaluación sensorial trabaja en base a paneles de degustadores, denominados jueces, que hacen uso de sus sentidos como herramientas de trabajo (WITTIG, 1981).

El análisis sensorial es una herramienta muy importante para establecer la vida útil de un alimento y tiene múltiples aplicaciones. Puede ser utilizada para el desarrollo de productos nuevos o el mejoramiento de los ya existentes, para efectuar cambios en el proceso, reducir costos mediante la selección de un nuevo ingrediente, para efectuar el control de calidad, determinar la estabilidad durante las distintas condiciones de almacenamiento y su vida útil, determinar graduaciones de calidad, la aceptación, preferencia y opiniones del consumidor. Es útil, además, poder determinar la correlación entre la evaluación sensorial e índices físicos o químicos (IFT, 1975). La finalización de la vida útil de alimentos puede deberse a que el consumo implique un riesgo para la salud del consumidor, o porque las propiedades sensoriales se han deteriorado hasta hacer que el alimento sea rechazado. En este último caso la evaluación sensorial es el principal método de evaluación, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que reemplacen adecuadamente a nuestros sentidos (WARNER, 1995).

## **2.3 ALTERACION, CONSERVACION Y CONTAMINACION DE LOS CEREALES Y PRODUCTOS DERIVADOS**

### **2.3.1 Alteraciones microbiológicas**

Los granos de cereales y sus harinas preparadas y almacenadas en las debidas condiciones, no sufren alteraciones microbianas. Aunque la composición bromatológica de los cereales es favorable para el crecimiento de microorganismos, la realidad es bien distinta a causa de sus características fisicoquímicas, ya que su escasa humedad, hace que las bacterias sean incapaces de multiplicarse y que los mohos lo hagan de forma limitada (CALDERON y PASCUAL, 1999; LARRAÑAGA, 1997).

Sin embargo, si estos alimentos adquieren un grado de humedad superior al mínimo necesario para que tenga lugar el crecimiento de microorganismos, estos crecerán. Un pequeño aumento de humedad solo permitirá el crecimiento de mohos, pero un aumento mayor de la misma permitirá que crezcan levaduras y bacterias (FRAZIER y WESTHOFF, 1993).

Las harinas tienen en general, una actividad de agua ( $a_w$ ) muy baja circunstancia que dificulta el crecimiento microbiano. No obstante, ciertas condiciones de almacenamiento (locales húmedos: productos que, ante fuertes variaciones de temperatura, sufren condensaciones de humedad: al contacto con otros productos que pueden ceder humedad, etc.) pueden hacer que la actividad del agua supere el valor de 0.7 lo que posibilita el enmohecimiento del producto con el riesgo de poder producir micotoxinas.

### **2.3.2 Alteraciones en las características fisicoquímicas y bromatológicas**

Los granos de cereales pueden almacenarse sin merma de su calidad durante dos a tres años con tal que el contenido de humedad del grano, que es 20 - 24 % después de recolectado, se reduzca, por lo menos al 14 % y sea adecuadamente almacenado

(MONTES, 1981). El grano almacenado conserva durante bastante tiempo su respiración que conducirá a la lenta pérdida de peso, si las condiciones de almacenamiento han sido apropiadas.

Sin embargo, durante la molienda se aumenta el área expuesta del cereal, causando pequeños cambios en el valor nutricional, debido a la oxidación de los ácidos grasos y la vitamina A, ya sea durante la molienda húmeda o seca (GUERRA, 2003). Por tanto el grano molido está sujeto a sufrir reacciones de deterioro como ser: cambios en las proteínas, hidratos de carbono, lípidos y vitaminas.

#### **2.3.2.1 Alteración de los hidratos de carbono**

En los granos de cereales se encuentran presentes las enzimas  $\alpha$  y  $\beta$  amilasa que actúan sobre el almidón de los granos produciendo dextrinas y maltosa cuando la humedad es igual o mayor al 15 %. Como la descomposición del almidón favorece la respiración, se consumen azúcares y se forma  $\text{CO}_2$  y agua; entonces los granos pierden almidón y azúcar y disminuye el peso seco; pero más adelante se produce calentamiento de origen químico y vuelven a aumentar las sustancias reductoras (MONTES, 1981).

#### **2.3.2.2 Cambios en los lípidos**

Los cambios pueden ser oxidativas con producción de olores rancios, o hidrolíticos con producción de ácidos grasos libres. Los granos contienen antioxidantes activos y en los granos sanos el aceite está protegido de la oxidación. En cambio en los productos de molienda, se manifiesta el enranciamiento independientemente de la humedad presente.

Cuando la humedad y temperatura son altas, aun dentro el grano se produce la hidrólisis de los aceites por la acción de las lipasas. Esto es acelerado por el crecimiento de hongos. La hidrólisis de los lípidos en los granos es mucho más rápida que la de los hidratos de carbono y las proteínas (MONTES, 1981).

### **2.3.2.3 Cambios en las sustancias minerales**

No se causan cambios notables, a no ser que las condiciones de almacenamiento sean muy anormales. Por otra parte, si se produce pérdida de hidratos de carbono y de agua, habrá un incremento relativo de sustancias minerales (MONTES, 1981; KILCAST y SUBRAMANIAN, 2000).

### **2.3.2.4 Cambios en las vitaminas**

No existe mucha información sobre la variación en las vitaminas. Según BAYFIELD y DONNELL (1945) citado por MONTES (1981), el trigo con el 17 % de humedad perdió un 30 % de su vitamina B1 en cinco meses de almacenamiento. Con el 12 % de humedad solo perdió un 12 %. La ligera tonalidad amarillenta de la harina recién extraída se debe a la presencia de pigmentos carotenoides del tipo xantofila y sus esteroides en el endospermo. Si la harina se almacena por un periodo de tiempo prolongado, el oxígeno va destruyendo dichos pigmentos, con lo que la blancura y el aspecto mejoran considerablemente.

### **2.3.3 Características organolépticas**

El olor y el sabor del producto deben ser característicos de los cereales, de los que procede y deben estar libres de olores o sabor amargo, rancio, mohoso o cualquier otro olor o sabor diferente al característico. El olor de los granos almacenados por mucho tiempo cambia, así también cuando se emplean otras sustancias que aseguran su conservación. Si el grano fue almacenado con una humedad superior a la crítica, la harina presenta un olor desagradable, debido a la alteración de la materia grasa y proteica, perjudicando la calidad del producto final (LEITAO *et al.*, 1990).

Las harinas de cereales pueden presentar diferentes coloraciones, dependiendo del tamaño de partículas, contenido de pigmentos carotenoides y de la actividad de la enzima lipooxigenasa. Las partículas finas reflejan una mayor cantidad de luz, generalmente

presentan una apariencia más blanca que las partículas más gruesas. Los pigmentos carotenoides son responsables de la coloración amarilla. La enzima lipooxigenasa oxida los pigmentos de la harina (CIACCO y CHANG, 1982).

#### **2.3.4 Contaminación**

Los principales problemas de contaminación que sufren estos productos acontecen durante el periodo de almacenamiento, en los cuales pueden incorporarse impurezas grandes o pequeñas procedentes del medio ambiente y en especial, del suelo, aire, de los insectos y de otras procedencias donde se acumulan durante un tiempo más o menos prolongado. Su cantidad y variedad dependen de factores como el clima, las características del suelo, las técnicas de recolección, el contacto con animales como insectos, pájaros, roedores y el tipo de almacenamiento a que han sido sometidos. Por otro lado, también pueden presentarse peligros físicos, químicos y microbiológicos durante el almacenamiento y en la transformación. (KENT, 1975; FRAZIER y WESTHOFF, 1993).

En el almacenamiento y transformación se puede dar la contaminación biológica, física y química por los siguientes peligros:

##### **2.3.4.1 Peligros Biológicos**

Peligros biológicos, son aquellos provocados por bacterias, huevecillos de parásitos y hongos que solamente pueden ser vistos a través de un microscopio. Se los puede encontrar en el aire, el agua, la tierra, los animales, las personas y sobre cualquier superficie. En los cereales se encuentran en:

- a) Las **superficies externas de los granos** que se cosechan, contienen cientos de especies microbianas (SEMENIUK, 1954; HILL y LACEY, 1983). Los principales microorganismos a considerar en estos productos son los hongos y las bacterias esporuladas (ICMSF, 1998).

- Hongos de campo.
- Hongos de almacén.
- Hongos invasivos, que crecen en el interior de los granos y en consecuencia son importantes como causa de alteración.<sup>2</sup>
- Hongos contaminantes, que se encuentran en la superficie de los granos y son de escasa importancia a menos que:
  - los granos se muelan para hacer harinas donde aumentan la carga fúngica total y son capaces de crecer.
  - se utilicen como materia prima sin un procesado térmico apropiado.
- Bacterias esporuladas, son las que sobreviven a la cocción, como *Bacillus cereus*. Además puede haber bacterias no esporuladas, como las salmonellas o los estafilococcus, contaminando los granos y las harinas. Estas últimas especies pueden crecer en las pastas y masas durante la elaboración.

b) Las **micotoxinas**, son el peligro sanitario de origen microbiano más importante en los cereales. Son metabolitos secundarios tóxicos, producidos por ciertas especies de hongos que pueden contaminar diversos sustratos, incluyendo los alimentos que ingiere el hombre y los animales. Las enfermedades producidas por la ingestión de los mismos con estas toxinas, se denominan micotoxicosis y a diferencia de las toxinas bacterianas, que producen síntomas inmediatos de envenenamientos, estas pueden producir efectos irreversibles y acumulativos (cancerígenos), por lo que la presencia de cantidades mínimas en la dieta humana es riesgosa.

Las micotoxinas formadas en los granos mohosos, pasan a las harinas y sobreviven los procesos de calentamiento o cualquier otro procedimiento utilizado para

---

<sup>2</sup> Se detectan después de esterilizar los granos superficialmente e incubarlos en medio de agar adecuados.

destruir los mohos que las produjeron (SEEDER y COL, 1969; BULLERMAN, 1975). Los principales hongos micotoxigénicos que afectan a los granos de cereales pertenecen al género *Fusarium*, que produce varios tipos de toxinas. La medida más efectiva en el control de micotoxinas, es el secado del cereal llevándolo a un nivel de  $a_w$  de 0.7 o menor, sin embargo, difícilmente es posible aseverar que la cantidad de micotoxina precosecha está por debajo de la regulación, por lo que los controles posteriores son para prevenir o reducir la contaminación adicional, más que prevenir el riesgo completamente. Consecuentemente, es necesario introducir un método de segregación para reducir las partidas que tienen un nivel inaceptable de micotoxina.

c) En cuanto a las **bacterias**, los cereales adecuadamente manipulados son tan secos (poseen una baja  $a_w$ ) que las bacterias no pueden crecer en ellos. Sin embargo, los granos pueden ser portadores mecánicos de células viables de muchos gérmenes patógenos.

d) Las **Plagas** son aquellas que afectan a la Salud Pública y que nos preocupan por su estrecha convivencia con el hombre. Más específicamente, las que están relacionadas con los lugares donde se procesan y almacenan alimentos.

Ellas son básicamente: insectos (moscas, cucarachas, hormigas, etc.) y roedores (ratas y ratones). Las plagas podrían constituirse como un peligro tanto: ¿biológico, químico o físico? Dependiendo del ingreso de este en el producto. Si es un vector de bacterias patógenas, podría considerarse un peligro biológico. Si está “sana” pero posee veneno en sus patas, abdomen y lomo y muere en el alimento puede ser considerada un peligro químico; si no está en ninguna de estas situaciones al caer en un alimento puede ser considerada un peligro físico o no, pero de todas maneras no debe perderse de vista, el rechazo que producirá el alimento al descubrirse el insecto o sus restos. Esta clase de plagas pueden ingresar

en el molino, cuando ingresa el cereal y las ventanas si no están protegidas con mallas.

e) En el **Almacenaje. Probabilidad de proliferación de microorganismos debido a un aumento de humedad relativa en focos de condensación.** En un principio se pensó que si los granos ingresaban con menor humedad que la crítica, no habría problema, al presentar una baja actividad de agua  $a_w$  lo que impediría la multiplicación de patógenos o formación de micotoxinas. Pero los granos al ser organismos vivos siguen respirando después de la cosecha, es decir, desprenden gas carbónico y vapor de agua (con lo que pierde peso) y si no se facilita la evaporación de agua, estos forman focos calientes o de condensación y se puede dar el crecimiento de microorganismos por el desprendimiento de vapor de agua. Hace años, el grano conservado durante periodos muy prolongados, era volteado ocasionalmente. El volteo o simplemente el traslado de un depósito a otro, tenía por objeto el control de la temperatura del grano y eliminar los focos de condensación, para el buen almacenamiento de los granos. La mejor manera de evitar el crecimiento microbiano en los granos es mantenerlos secos. Actualmente una vez secos en los silos, la humedad es eliminada a través de una adecuada ventilación para prevenir las condensaciones (que son una causa importante de focos de producción de toxinas), y además reduce y equilibra las temperaturas evitando el calentamiento. Así es que si se pretende almacenar por varios meses se debe monitorear las diferentes humedades y de esta manera eliminar los posibles daños.

f) **Contaminación cruzada**, se entiende la producida cuando un proceso o producto y/o materia prima puede ser contaminante de otro proceso, producto y/o materia prima. La contaminación cruzada debido a las **diversas manipulaciones** a que se somete la harina para su obtención, produce recontaminaciones por el aire y a través de la maquinaria utilizada principalmente.

En este caso el personal que intervine en las operaciones unitarias es el principal vehículo de contaminación (vía manos, cabellos, saliva, sudor, y ropa sucia, al toser o estornudar), de los alimentos que son procesados.

#### **2.3.4.2 Peligros Químicos**

Se produce cuando el alimento se pone en contacto con sustancias químicas. Por lo general esto sucede por el uso inadecuado de sustancias y/o materiales en contacto con los alimentos o por procedimientos no respetados a lo largo de la cadena productiva.

a) En lo que respecta a las **grasas/aceites de lubricación de equipos** que puedan llegar a derramarse por el alimento. Las máquinas sufren desgaste y por lo tanto existe riesgo de contaminación del producto por traspaso de grasas, aceites o partículas físicas hacia el flujo de proceso.

b) Como todas las materias primas utilizadas, se debe asegurar que sean inocuas. La más importante en volumen es el agua, en el caso de que el **agua sea contaminada** (no sea potable), dicho contaminante se agregará al alimento, y no podrá ser removido en ninguna etapa posterior. Es por esta razón que deberá tenerse especial cuidado en la calidad del agua adicionada. Adicionalmente se deben de realizar análisis microbiológicos semestrales y físico-químicos anuales.

c) La **contaminación por el transporte** es una etapa en la que pueden adicionarse toda clase de agentes contaminantes.

#### **2.3.4.3 Peligros físicos**

Los peligros físicos están directamente relacionados con la falta de cuidado en la elaboración, constituidos por la presencia de objetos extraños tales como: restos de metal, vidrio, madera, cabellos, polvo, ganchos o cualquier otro, que por lo general son

incorporados accidentalmente durante el proceso de elaboración o se incorporan con las materias primas y pueden dañar la salud del consumidor.

a) Por **contaminación cruzada**, En el caso de harinas, un ejemplo puede darse durante el envasado por contaminación con cabellos por no usar la ropa adecuada, gorros y barbijos.

Este tipo de contaminación es muy común, por lo que es relevante que el operario conozca la importancia de realizar los procedimientos en el sitio y de la manera adecuada. Es por eso, que el establecimiento debe tener divisiones para las distintas tareas, con el objeto de no exponer el producto a las contaminaciones potenciales derivadas de las tareas de limpieza; del almacenamiento de envases e implementos de limpieza o de productos terminados y de los servicios para el personal como lavamanos y otros.

### **2.3.5 Indicadores específicos de control durante el almacenamiento de las harinas**

#### **2.3.5.1 Humedad**

El contenido de humedad de una harina constituye un factor de importancia y debe ser controlado por dos motivos, primero por razones económicas; segundo, la estabilidad de almacenamiento se afecta por el contenido de humedad que posea la harina, siendo la estabilidad inversamente proporcional al contenido de humedad.

El método, más preciso para la determinación de la humedad en harinas, es el gravimétrico. Consiste en secar en estufa a 105 ° C una muestra de harina de peso conocido, en un recipiente seco aproximadamente 24 horas. Con la diferencia de los pesos de la muestra húmeda y seca, se calcula el porcentaje de humedad (PREGNOLATTO, 1985).

### 2.3.5.2 Acidez y pH

De acuerdo a JOHSON y GREEN citado por MIRANDA *et al.*, 2002, la acidez y el pH son indicadores específicos y utilizados, en el control de calidad de las harinas, para determinar el estado de conservación. La determinación del valor de acidez de la harina representa, uno de los factores que caracterizan el buen estado de las harinas, ya que durante el almacenamiento ocurren cambios en este parámetro, debido a la descomposición de las grasas ya sea por hidrólisis u oxidación bajo la influencia de las lipasas (PREGNOLATTO, 1985; RAMIREZ, 2005).

Así también las lipasas hidrolizan los triglicéridos produciendo ácidos grasos libres con la consecuente disminución del pH. El pH de las harinas frescas oscila entre 5,8 y 6.2 (MONTES, 1981).

La acidez titulable puede ser determinada por extracto acuoso, o extracto alcohólico o extracto obtenido con éter de petróleo.

Método del extracto acuoso, consiste en agitar 18 gramos de harina con 200 ml. de agua libre de CO<sub>2</sub> en un matraz, y colocar a baño María a 40 ° C durante una hora, en el matraz tapado flojamente. Filtrar y titular 100 ml. del filtrado claro con solución estándar de hidróxido de sodio y como indicador con fenolftaleina. La acidez del extracto acuoso aumenta durante el almacenamiento y los resultados se expresan en ml. de NaOH 1 N/100g. muestra, pero también se puede expresar como ácido láctico o como fosfato diácido de potasio, donde 1 ml de NaOH 0.05 M es equivalente a 0.0068 g. de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (EGAN *et al.*, 1987; PREGNOLATTO, 1985).

## 2.4 LA CAÑAHUA

### 2.4.1 Antecedentes generales

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), es una de las especies agrícolas menos conocidas y en muchas oportunidades se la ha confundido con la quinua. Condiciones tales como su tolerancia al frío, sequía y sus bajos requerimientos de nutrientes permitieron su crecimiento en estas condiciones climáticas y ecológicas entre las más difíciles del mundo, y además contribuyendo a la sobrevivencia de los pobladores andinos durante cientos de años (REPO-CARRASCO, 1988; TAPIA, 1979). Sin embargo su cultivo en los últimos años se ha reducido significativamente por diversos factores.

La cañahua, mostrada en la figura 1, pertenece a la familia de las chenopodiaceae, es una especie herbácea que crece erguida o muy ramificada desde su base, llegando a alcanzar alturas de 20-70 cm. Su fruto está cubierto por el perigonio de color generalmente gris y la semilla tiene un color negro ó castaño con un diámetro de 1-1.2 mm (REPO-CARRASCO, 1988).



FIGURA 1: Cultivos de cañahua (*Chenopodium pallidicaule*, Aellen).

La cañahua, es originaria de los Andes del Sur de Perú y Bolivia y se la conoce con otros nombres en las distintas regiones, como Kañiwa en el Perú y en Bolivia como Cañahua; en el altiplano es conocida con diferentes nombres según el idioma; así en quechua se denomina como Kañiwa, cañigua, qaniua y en Aymara como kañawa, cañihua y kañihua.

#### **2.4.2 Clasificación botánica de la cañahua**

La siguiente clasificación botánica de la cañahua, se basa en los trabajos que realizaron los siguientes investigadores: CÁRDENAS (1969), TAPIA (1979), OLIVERA (1997) y VIETMEYER (1980):

**Reino :** Vegetal, Eucarionta

**División :** Angiospermas

**Clase :** Dicotiledóneas

**Orden :** Centrospermales

**Familia :** Chenopodiaceae

**Género :** Chenopodium

**Especie :** *Chenopodium pallidicaule* Aellen

**Sinónimo :** *Chenopodium cañihua* (cook)

**Nombre común :** Cañahua

#### **2.4.3 Centros de producción de la Cañahua**

Según CÁCERES (1993) y TAPIA (1979), el cultivo de cañahua es originario de la Región Andina, encontrándose muy difundida en el altiplano Sur de Perú y Bolivia.

En el Perú se cultiva en el norte del lago Titicaca en las poblaciones de Llailli, Macari, Ayaviri, Nuñoa, Huancane en el departamento de Puno; en Bolivia se la cultiva en los departamentos de La Paz (en las zonas altas de la provincia Omasuyo y Pacajes), al sur del lago Poopo (Dpto. de Oruro) y en Cochabamba en las provincias de Ayopaya (serranías

de Independencia), Bolívar y Tapacará (cantón Challa) (OLIVERA, 1997; REPO-CARRASCO, 1988 y TAPIA 1979).

#### **2.4.4 Composición nutricional o química**

La composición nutricional es el aporte de nutrientes y beneficios que nos proporciona un alimento, para poder satisfacer las necesidades diarias de un individuo, entre ellos podemos mencionar a los componentes mayoritarios (proteína, lípidos, carbohidratos, cenizas y fibra) y los componentes minoritarios (calcio, hierro, fósforo y zinc.)

El contenido de los constituyentes químicos para cada cereal, esta influenciado y varía de acuerdo a la diversidad o ecotipo, así como por las condiciones ambientales y de manejo tales como: tipo de suelo, temperatura, humedad, método de siembra y disponibilidad de nitrógeno.

##### **2.4.4.1 Proteínas**

El valor nutricional de la cañahua es elevado y superior a otros cereales ya que además de ser fuente de energía, también constituye una valiosa fuente de proteínas para el consumo humano. El contenido de proteína varia entre 13.8 y 19 % en base seca, de acuerdo a varios autores; siendo este el componente más importante en la células, los tejidos y los músculos del cuerpo humano, así como de la sangre, la piel y de todos los órganos internos, los huesos también están formados por proteínas de colágeno, sobre los que se asientan el calcio y otros minerales; no se almacenan en el organismo como las grasas o los hidratos de carbono, por ello, es necesario ingerirla de forma constante a lo largo de la vida.

En el siguiente cuadro 1 se puede apreciar la composición proximal de la cañahua comparada con otros granos.

CUADRO 1: Composición proximal de la cañahua y otros granos  
(Composición en g/100 gramos de Materia Seca)

Cereal	Proteína	Lípidos	Fibra cruda	Cenizas	Carbohidratos
Arroz	9,1	2,2	10,2	7,2	71,2
Trigo	8.6	1.5	3	1.7	73.7
Avena	11,6	5,2	10,4	2,9	69,8
Cañahua	18,8	7,6	6,1	4,1	63,4
Quinua	14,4	6,0	4,0	2,9	72,6
Amaranto	14,5	6,4	5,0	2,6	71,5

FUENTE: KENT, 1983 y REPO-CARRASCO, 1992.

#### 2.4.4.2 Fibra

La cañahua contiene entre 3.8 y 10.2 g/100g de fibra en comparación con el trigo que tiene solamente 3 g/100g, lo cual se observa en el cuadro 1. La fibra es un material complejo de las plantas resistentes a la digestión por las enzimas del aparato digestivo y pasa más o menos sin experimentar ningún cambio hasta el intestino grueso. Empero, una vez ahí es atacada y descompuesta por las bacterias que habitan en el intestino y es convertida parcialmente en ácidos grasos de cadena corta, bióxido de carbono, hidrogeno y metano.

La fibra dietética es un componente imprescindible y se cuenta con bastantes pruebas que demuestran que ayuda a prevenir muchas enfermedades.

#### 2.4.4.3 Lípidos

Los lípidos juegan un papel importante en la alimentación humana, el contenido de lípidos en el grano de cañahua varía de 4.5 a 8.4 g/100g. La cañahua es uno de los cereales andinos con un mayor contenido de ácidos grasos lo cual lo convierte en una fuente

importante de ácidos grasos insaturados al ser de origen vegetal. A continuación en el cuadro 2 se puede observar la composición de ácidos grasos insaturados presentes en la cañahua.

CUADRO 2: Ácidos grasos presentes en la cañahua en comparación con otros cereales andinos (Composición en g/100g de aceite)

Constituyente	Quinua	Cañahua	Amaranto
Monoinsaturados (g)	2.01	2.5	1.73
C:18:1 Oleico (g)	2.01	2.5	1.73
Poliinsaturados (g)	4.13	5.00	2.99
C:18:2 Linoleico (g)	3.49	4.49	2.93
C:18:3 Linolenico (g)	0.64	0.51	0.06

FUENTE: ALFARO *et al.*, 1998.

#### 2.4.5 Usos y formas de consumo

La principal forma de consumo de la cañahua es como “cañihuaco” o pito de cañahua, el pito de cañahua es un producto muy aromático lo que lo hace muy agradable, tradicionalmente se servía como “ullpu” o “chapu” dependiendo del uso como alimento o medicina fortificante.

El pito de cañahua se puede consumir directamente o mezclándolo con leche o yogurt y endulzado, también puede usarse como materia básica para la elaboración de galletas, tortas y pan. En panificación puede ser utilizado para sustituir hasta un 15 %; en tortas y queques desde 30 hasta 40 %, en galletas (hasta 50-60 %) y en fideos hasta 20 % (GHERSI JIMÉNEZ 1978).

El pito de cañahua o cañihuaco es utilizado como medicina natural para contrarrestar el mal de altura y combate la disentería. Las cenizas de los tallos pueden ser repelentes contra picaduras de insectos y arácnidos (MUJICA, 1992).

## **CAPITULO 3**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 LOCALIZACION**

La zona de estudio es el Ayllu Majasaya Mujlli, sin embargo la investigación se limitó a las comunidades de Japo y Lacoconi, debido a que estas comunidades son las mayores productoras y ecológicamente más apropiadas para el cultivo de cañahua. Así también se debe indicar que en la comunidad de Lacoconi se encuentra una pequeña microempresa artesanal, donde se realiza la molienda y envasado del pito de cañahua.

El Ayllu Majasaya Mujlli, se encuentra ubicada en las cumbres de la cordillera Oriental de los andes bolivianos meridionales, específicamente entre la región altiplánica norte del departamento de Oruro y los valles de Cochabamba, abarcando un rango altitudinal que va desde los 3800 hasta los 4500 metros sobre el nivel del mar. La carretera asfaltada que une Cochabamba con Oruro y La Paz, atraviesa por el territorio del Ayllu desde aproximadamente el kilómetro 120 hasta el 140 (DELGADO, 2002).

Geográficamente se sitúa entre los paralelos 17°35'-17°48' de latitud sur y 66°53'-66°43' de longitud oeste. Políticamente pertenece al cantón Challa de la sección municipal de la provincia Tapacarí del mismo nombre en el departamento de Cochabamba (AGRUCO, 2000).

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la presente investigación se desarrollaron en las instalaciones del Departamento de Tecnología Agroindustrial y en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón.

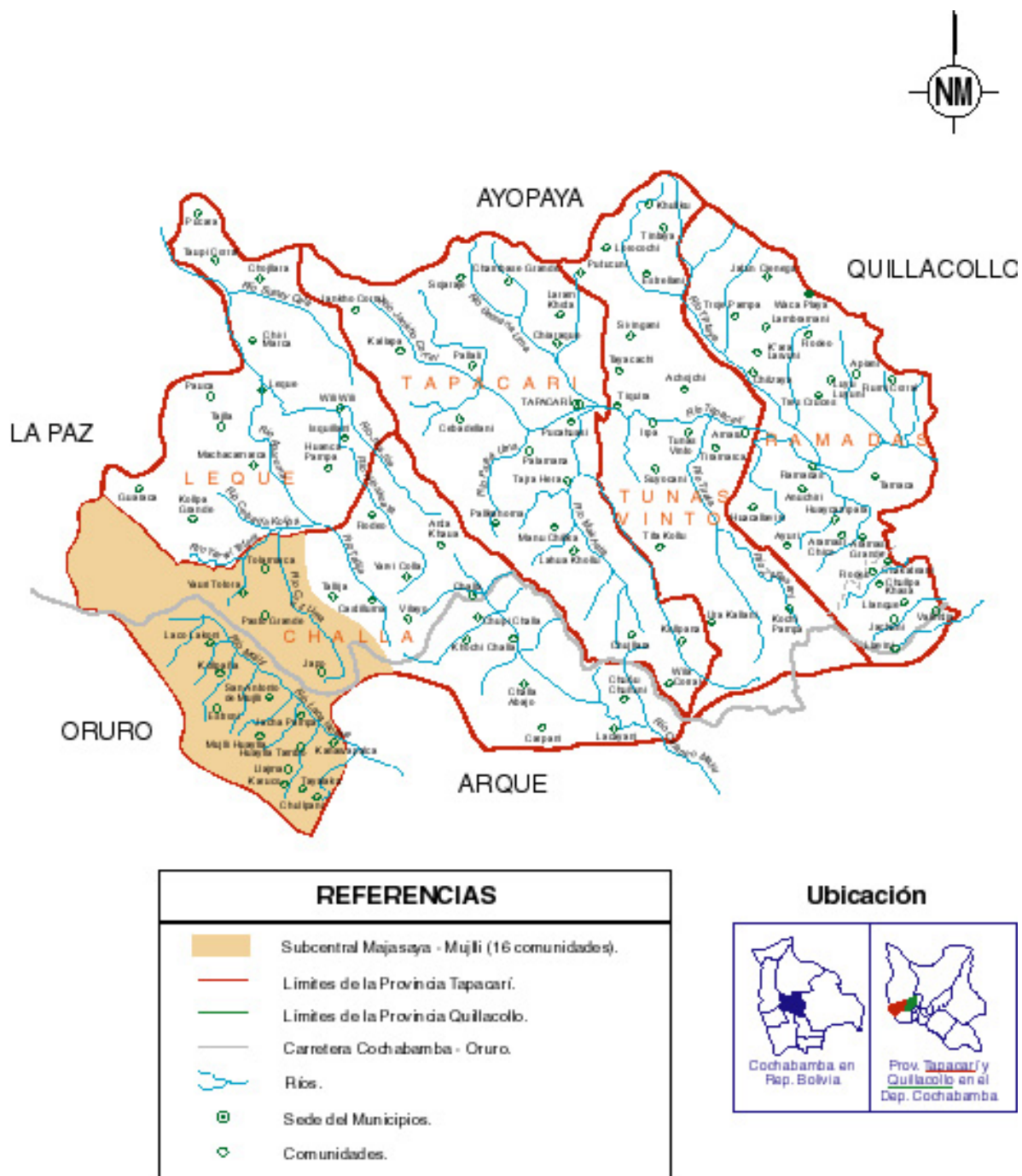


FIGURA 2: Mapa de Ubicación del Ayllu Majasaya Mujlli

FUENTE: AGRUCO, 1999. En base al Instituto Nacional de Estadístico (INE).

## **3.2 MATERIALES**

### **3.2.1 Materia prima**

- Grano de cañahua de la variedad wanaquero, procedente de las Comunidades de Japo y Lacoconi del Ayllu Majasaya Mujlli.

En la presente investigación se trabajo solamente con la variedad wanaquero, ya que es una de las variedades que se producen en mayor cantidad en las comunidades de estudio representando el 42,9 % para esta variedad, seguida de la variedad choquechiliwa 9.5 %, wacansoqo 4.8 %, y la mezcla de muchas otras variedades (Informe Estadístico, 2005 Proyecto Cañahua PO1AA002. AGRUCO-IESE)

### **3.2.2 Equipos**

- Balanza digital con precisión  $\pm 0.1g$ . Marca Mettler PE 360 y analítica con precisión 0.0001g. Marca Mettler Fisher Scientific 127154.
- Selladora eléctrica-Manual para bolsas plásticas. Marca Touch- Hseal. Modelo M-300.
- Analizador de actividad de agua ( $a_w$ ) Aqualab Modelo 3TE.
- Envases plásticos de polietileno de alta densidad
- Potenciómetro pH-Meter CG 838 Schott Gerate
- Estufa con recirculación de aire. Marca MLW.
- Molino de martillos. Marca Garthen
- Deshidratador solar movable.
- Material básico de laboratorio.

### 3.3 METODOS

#### 3.3.1 Metodología de trabajo

La presente investigación se dividió en 3 etapas:

En la primera etapa se efectuó la recopilación bibliográfica, sobre la metodología para determinar la vida útil, para decidir, qué pruebas se utilizarán, y con qué frecuencia deberán realizarse, y cuáles serán los indicadores de deterioro.

En la segunda etapa, se realizó el diagnóstico, el cual consistió en trabajar 3 meses en los diferentes sectores de la cadena de producción del pito de cañahua en las Comunidades de Japo y Lacoconi. Empezando en plena  **cosecha**  de la cañahua. Allí se realizaron la recolección de muestras de grano de cañahua, para la determinación de la composición nutricional de los componentes mayoritarios y minoritarios del grano de cañahua; y el diagnóstico del  **proceso de producción** , el cual se realizó mediante la observación participativa<sup>1</sup>, donde se identificaron los principales sistemas de producción, operaciones unitarias críticas que influyen en la inocuidad y calidad del producto final, así también se realizó la recolección de muestras de la materia prima, productos intermedios y el producto final. Después de la recolección de muestras se procedió a realizar el análisis microbiológico y después de ello con los datos e información del diagnóstico, se procedió a la identificación de los peligros existentes en el actual proceso de producción, donde se identificaron los peligros: físicos, químicos y biológicos que existen y las etapas donde aparecen.

Después que se identificaron los peligros existentes en el actual funcionamiento, que afectan directamente a la calidad, inocuidad y a la vida útil del producto, se definieron las estrategias a seguir con la finalidad de contribuir a un mejoramiento adecuado y

---

<sup>1</sup> Observación participativa, es el análisis de los procesos estando presente al ejecutarse las actividades u operaciones sin aportar ideas o críticas (PINTO, 2000).

óptimo del proceso productivo de elaboración del pito de cañahua, los cuales surgen del diagnóstico realizado y los resultados de los análisis microbiológicos efectuados.

La tercer etapa consistió en la determinación de los componentes mayoritarios (humedad, proteínas, lípidos, ceniza, fibra y carbohidratos), actividad del agua y pH del producto final pito de cañahua y la determinación de la vida útil del mismo. Para la realización del estudio de la vida útil, primeramente se determinó la seguridad del producto y después de ello se realizaron los análisis respectivos cada 30 días.

### **3.3.2 Procedimientos utilizados en el control de calidad y la composición nutricional.**

#### **3.3.2.1 Análisis microbiológico**

Para garantizar la seguridad del producto se realizó un análisis microbiológico, de los productos intermedios y el producto final. Las determinaciones que se realizaron fueron las siguientes:

- Recuento de colonias aerobias mesófilas  $31 \pm 1^\circ \text{C}$  (Calderón y Pascual, 1999).
- Investigación y recuento total de Coliformes: Técnica del número más probable (Calderón y Pascual, 1999).
- Investigación y recuento de mohos y levaduras: Se empleo la técnica usual del recuento en placa de agar a partir de la “serie de diluciones decimales” del producto (Calderón y Pascual, 1999).
- Investigación de *salmonella* (Calderón y Pascual, 1999).

En el anexo 1 se detallan los procedimientos utilizados en el análisis microbiológico.

### 3.3.2.2 Determinación de la composición nutricional y actividad del agua ( $a_w$ )

Se realizaron determinaciones analíticas para caracterizar, tanto a la materia prima como al producto terminado. Los métodos usados para realizar estos análisis según AOAC (1984), fueron los siguientes:

- Determinación de humedad: Método gravimétrico, secado en estufa a 105 °, hasta peso constante. Método N ° 14.040 (A.O.A.C, 1984)
- Actividad del agua ( $a_w$ ): se determino mediante el analizador de actividad Aqualab Modelo 3TE.
- Determinación de proteína: Método volumétrico de Kjeldahl, digestión ácida con  $\text{NaSO}_4$  y  $\text{CuSO}_4$ , posterior destilación en medio básico y retrovaloración ácido-base. Método N ° 14.026 (AOAC, 1984).
- Determinación de extracto etéreo: Método gravimétrico, extracción en soxhlet con hexano, evaporando el solvente hasta peso constante. Método N ° 14.019 (AOAC, 1984).
- Determinación de fibra Bruta: Método gravimétrico, previo tratamiento ácido básico de la muestra. Método N ° 14.048 (AOAC, 1984).
- Determinación de cenizas: Método gravimétrico, calcinación a 550 ° C hasta peso constante. Método N ° 14.006 (AOAC, 1984).
- Determinación de hidratos de carbono: Es el cálculo de la diferencia de 100 menos la suma de los porcentajes de lípidos, proteína, humedad, fibra y cenizas.
- Valor energético: determinación efectuada por cálculo, empleando los factores calóricos que presentan las publicaciones: Tabla de Composición de Alimentos Bolivianos (TCAB) y el cuadro de Composición de Alimentos para el uso en América Latina. INCAP, 1962; TCAB, 1984.
- Determinación de calcio: Método fotometría de llama con filtro de calcio, previa calcinación y tratamiento ácido de la muestra. Método Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic Analysis 1978.

- Determinación de fósforo: Método colorimétrico, basado en el complejo coloreado del fósforo y el fosfomolibdato de amonio a una longitud de onda máxima de 700 nm., en un equipo SP-8 ultravioleta spectrophotometer PYE-UNICAM, previa calcinación, tratamiento ácido de mineralización de la muestra y separación de interferentes. Método Gaston Charlot 1996.
- Determinación de hierro: Método colorimétrico, basado en el complejo coloreado de hierro y el reactivo de ortofenantrolina realizando la lectura a 510 nm, previa calcinación de mineralización de la muestra. Método N ° 14.011 (AOAC, 1984).

### **3.3.3 Determinación de la vida útil**

Para realizar la determinación de la vida útil se elaboraron y envasaron 12 Kg. de pito de cañahua, en envases de polietileno de alta densidad en diferentes cantidades 150, 200 y 50 gramos. Después de envasar las muestras se almacenaron en las diferentes condiciones como se indica a continuación.

#### **3.3.3.1 Condiciones experimentales de almacenamiento**

Para la realización de la presente investigación durante el almacenamiento, se establecieron las siguientes tres condiciones experimentales:

##### **a) Ensayo a temperatura de $10 \pm 2^\circ \text{C}$**

Las muestras envasadas se almacenaron en un ambiente fresco, seco y sombreado, con una humedad relativa del 40 % al 50 %. Se realizó este ensayo debido a que a esta temperatura el producto debiera presentar un mínimo de alteración, por lo que se considera como un ensayo de control para todas las otras formas de almacenamiento en la evaluación sensorial, además de ser una condición más para el análisis químico y sensorial.

Se ha visto que, por lo general, la velocidad de muchas de las reacciones de alteración se duplica por cada 10 ° C de aumento de temperatura y es por ello que, cuanto más baja es la temperatura de almacenamiento, más lenta es la acción de los parásitos, los microorganismos y las diversas reacciones bioquímicas (RANKEN, 1993).

**b) Ensayo a temperatura ambiente  $25 \pm 5$  ° C.**

Las muestras envasadas se almacenaron en una sala abierta, sin aglomeración de paquetes, donde se realizó el control de la temperatura y humedad relativa del ambiente cada 30 días. De esta forma se pretendió simular las condiciones reales de comercialización en una estantería a nivel supermercado.

**c) Ensayo a temperatura de  $35 \pm 3$  ° C y 90 % de humedad relativa.**

Las muestras envasadas se almacenaron en una estufa de aire forzado a 35 ° C controlando la humedad relativa y manteniendo bajo control la temperatura y humedad relativa mediante un higrómetro.

**3.3.3.2 Análisis realizados durante el almacenamiento del pito de cañahua**

La determinación de la vida útil se realizó evaluando la acidez, humedad y el pH durante el almacenamiento del producto final. A continuación se indican los métodos analíticos empleados:

- Determinación de humedad: mediante el método gravimétrico. Método N ° 14.040 (AOAC, 1995).
- Determinación de acidez: por titulación potenciométrica utilizando NaOH 0.01 N (PREGNOLATTO, 1985)
- Determinación del pH: mediante el método electrométrico. Método N ° 213 (AOAC, 1980).

### **3.3.3.3 Evaluación sensorial**

Para evaluar el producto durante el almacenamiento, se utilizó una prueba de nivel de agrado por atributos, con escala hedónica de 6 puntos, donde 1 corresponde a “Rechazada” y 6 “Excelente”, con el objeto de obtener una mejor descripción de los atributos a evaluar, así como también el grado de satisfacción. Evaluándose el color, olor y sabor, correspondiendo el valor 3.5 al límite de aceptación o rechazo.

Mediante esta herramienta se planteó el objetivo de estudiar el comportamiento del deterioro sensorial de cada uno de los atributos, en las diferentes condiciones de almacenamiento del pito de cañahua.

#### **a) Panel analítico**

El panel se constituyó de nueve jueces de la Comunidad de Japo por ser consumidores potenciales del pito de cañahua que fueron entrenados, con el fin de practicar el uso de la tarjeta de evaluación a utilizar. Ver más detalles en el anexo 2.

#### **b) Preparación y presentación de las muestras**

Para la evaluación, el pito de cañahua se presentó en vasos desechables codificados con números aleatorios, conteniendo aproximadamente 12 g. de pito cada uno, se pidió a cada uno de los jueces, que entre muestra y muestra tomaran un poco de agua para eliminar el sabor de la muestra anterior, e indicaran en la hoja de evaluación correspondiente, el nivel de agrado o desagrado para cada una de las muestras y para cada uno de los atributos antes mencionados.

### 3.3.3.4 Toma de muestras

Para la realización de la investigación a las tres temperaturas de ensayo, se programaron tomar tres paquetes de diferente tamaño, para su posterior análisis químico y sensorial por un periodo de almacenamiento total de 180 días, como se detalla en el cuadro 3. Se procedió a la toma de muestras cada 30 días, para su análisis fisico-químico y el análisis sensorial.

Para ello se tomaron dos muestras de 150 g. para el análisis químico y dos muestras de 200 g. para el análisis sensorial y se procedió a analizar. El  $t_0$  representa el pito de cañahua recién elaborado.

CUADRO 3: Programación de los tiempos de muestreo para las diferentes condiciones de almacenamiento a 10 ° C, temperatura ambiente y 35 ° C.

Condición de almacenamiento	Tiempos de muestreo (días)						
	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$
Temperatura ambiente 25 ° C	0	30	60	90	120	150	180
Temperatura 35 ° C	0	30	60	90	120	150	180
Temperatura de control 10° C	0	30	60	90	120	150	180

## CAPITULO 4

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Caracterización de la materia prima

##### 4.1.1 Componentes mayoritarios

En el cuadro 4 se presentan los valores obtenidos de la composición nutricional de los componentes mayoritarios del grano de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) de la variedad wanaquero empleadas en este estudio.

CUADRO 4: Composición de la cañahua por 100g.

Parámetros	Base húmeda	Base seca
Humedad (%)	14.06	-
Proteína (%)	14.12	16.43
Lípidos (%)	7.57	8.81
Ceniza (%)	2.35	2.73
Fibra (%)	6.27	7.30
Carbohidratos (%)	55.63	64.73

Los valores de cenizas y fibra son menores a los reportados por TAPIA (1990), en dicho trabajo los valores reportados varían entre 5.10 – 5.90 % para cenizas y el contenido de fibra presenta un rango de 9.80 a 10.2 %. El contenido de carbohidratos es similar, en cambio el valor de proteína es levemente superior como se puede observar a continuación en el cuadro 5.

CUADRO 5: Composición nutricional del grano de cañahua en diferentes variedades

Parámetros	Gris	Amarilla	Parda
Humedad (%)	12.40	12.00	12.20
Cenizas (%)	5.10	5.90	5.30
Proteínas (%)	14.00	14.3	13.80
Lípidos (%)	4.50	5.00	3.50
Fibra (%)	9.80	9.80	10.20
Carbohidratos (%)	64.00	62.8	65.20

FUENTE: TAPIA, E. 1990.

El valor de cenizas, lípidos y fibra es similar al reportado por OLIVERA (1997), en cambio el valor obtenido de proteína en este trabajo es menor al reportado por el mismo, en dicho trabajo los valores de proteínas expresados en base seca están comprendidos en un rango de 19.04 a 17.07 % como se puede observar a continuación en el cuadro 6.

CUADRO 6: Composición nutricional de tres variedades de cañahua

Parámetros	Kanty	Amarilla	Blanca
Cenizas (%)	2.67	2.63	2.83
Proteínas (%)	19.04	17.07	17.23
Lípidos (%)	8.64	9.04	8.78
Fibra (%)	7.43	6.67	7.27
Carbohidratos (%)	62.17	64.57	63.83

FUENTE: OLIVERA, R. 1997.

Así también se presentan en el cuadro 7 la composición nutricional del grano de cañahua realizada por otras instituciones, donde se observa que existe un rango muy amplio de los constituyentes químicos.

CUADRO 7: Composición nutricional del grano de cañahua por 100g

Parámetros	(a)	(a)	(b)
Humedad (%)	8.38	8.6	11
Cenizas (%)	6.74	5.15	3.69
Proteínas (%)	18.62	16.94	16.72
Lípidos (%)	5.03	5.73	6.78
Fibra (%)	5.34	6.54	5.4
Carbohidratos (%)	70.69	72.18	56.41

FUENTE: a) Cuadro de composición de los alimentos: Laboratorio Bioquímica Nutricional, Ministerio de previsión social y Salud pública, La Paz - Bolivia. 1984 de dos variedades distintas de grano de cañahua.

b) Análisis efectuado en el Instituto Nacional de Nutrición (INN). Lima. 2002.

El contenido de los componentes nutricionales de los alimentos de origen vegetal varía dentro un amplio rango, ya que está fuertemente vinculado con una serie de factores de orden agronómico, tales como la naturaleza de los suelos, el uso de fertilizantes, las características propias de las variedades cultivadas, ecotipos, suelo donde han sido producidos, abonos orgánicos e inorgánicos aplicados. A esa variabilidad natural y propia de cada materia prima, se suma la variabilidad que suele introducir el procesamiento industrial y que además se modifican durante la recolección, secado en finca, transporte y almacenamiento (KENT, 1975; LANDETA *et al.*, 1996; MUJICA *et al.*, 2002; RAMÍREZ, 2002).

#### 4.1.2 Componentes minoritarios

Los componentes minoritarios de la Cañahua están conformados por los minerales como el calcio, fósforo, hierro. A continuación en el cuadro 8 se presentan los resultados de los componentes minoritarios expresados en base húmeda (BH) y en base seca (BS).

CUADRO 8: Composición química de los minerales del grano de cañahua.

Componentes	Base Húmeda	Base Seca
Humedad (%)	6.68	-
Cenizas (%)	2.55	2.73
Calcio (mg/ 100g)	102.55	109.89
Hierro (mg/ 100g)	11.82	12.66
Fósforo (mg/100g)	337.43	361.58

FUENTE: Informe N ° 44/06 del laboratorio del Programa de Alimentos y Productos Naturales, 2006.

Los resultados obtenidos de cenizas son similares y el contenido de fósforo es menor a los reportados por OLIVERA (1997), como se puede observar en el siguiente cuadro 9 en algunas variedades de cañahua, mientras que el valor de hierro es menor en comparación al valor obtenido en el presente trabajo. Así también podemos mencionar que el contenido de hierro es similar al reportado por IBISCH (1996), donde se tiene un valor de 13.12 mg/100g y el contenido de calcio es de 182.79 mg/100g resultados expresado en base seca.

CUADRO 9: Composición química de los minerales del grano de cañahua, en diferentes variedades.

(Resultados expresados en base seca)

Componentes	Kanty	Amarilla	Blanca
Cenizas (g)	2.67	2.63	2.83
Calcio (mg)	102.75	77.91	110.0
Fósforo (mg)	416.83	411.62	435.6
Hierro (mg)	9.43	9.55	10.04

FUENTE: OLIVERA, R. 1997.

A continuación en el cuadro 10 podemos observar los valores reportados por MUJICA *et al.*, (2002) del contenido de minerales para diferentes variedades de cañahua.

CUADRO 10: Composición química de los minerales del grano de cañahua, en diferentes variedades.

(Resultados expresados en base seca)

Componentes	Cañahua Amarilla	Cañahua Gris	Cañahua parda
Cenizas g	5.9	5.1	5.3
Calcio mg	87	110	141
Fósforo mg	335	375	387
Hierro mg.	10.8	13	12

FUENTE: MUJICA *et al.*, 2002.

Donde se observa que el contenido de calcio, fósforo y hierro son similares a los resultados obtenidos para la variedad de cañahua gris.

#### **4.2 Descripción del proceso de elaboración del pito de cañahua**

La elaboración del pito de cañahua, se efectúa de forma artesanal, y es realizada principalmente por las familias de la Comunidad de Lacolaconi, las cuales se encargan del acopio, lavado, secado y tostado del grano, operaciones unitarias que son efectuadas en sus hogares y después el grano tostado es llevado a la microempresa de Lacolaconi donde se efectúa el molido, tamizado y envasado para su posterior comercialización. A continuación se realizará la descripción de cada una de las operaciones unitarias que forman parte de la elaboración del pito de cañahua y obras civiles con las que se cuenta actualmente.

#### **4.2.1 Descripción de las operaciones unitarias que forman parte del proceso de elaboración del pito de cañahua.**

A continuación se describen cada una de las operaciones unitarias realizadas para la obtención del pito de cañahua en las comunidades de estudio las cuales son:

##### **a) Limpieza y lavado**

Esta operación consiste en enjuagar el grano en un balde unas dos a tres veces después de agitar. Luego del lavado, el grano se vacía en una canasta cubierta con una tela que sirve como cernidor, el objeto de la limpieza es el de eliminar las impurezas que se adhieren al grano (lodo, polvo, tierra, pelos) que el material trae consigo. El lavado del grano muchas veces no se realiza con agua potable, el agua que se emplea en esta operación muchas veces es proveniente de vertientes, riachuelos, charcos o de aguas atajadas. Así también de acuerdo al diagnóstico se observó que algunas familias que realizan la transformación del pito de cañahua, remojan el grano de cañahua por aproximadamente media hora y de esta manera obtienen el pito de color más claro. A continuación en la figura 3, se puede observar alguno de los materiales empleados en el lavado del grano de cañahua y en la figura 4 el lavado del grano.



FIGURA 3: Materiales empleados en el lavado del grano.



FIGURA 4: Lavado del grano de cañahua

#### **b) Secado y acondicionado del grano seco**

Después del lavado, se deja escurrir el agua y posteriormente se realiza el secado del grano. Esta operación unitaria se realiza extendiendo el grano sobre aguayos en el piso, y removiendo cada cierto tiempo. El secado del grano no es completo, se recoge con cierta humedad para de esa manera favorecer la siguiente operación unitaria que viene a ser el tostado. El grano de cañahua algunas veces se seca por completo y se almacena, y para realizar el tostado del grano en este caso se realiza el acondicionamiento, que consiste en añadir agua al grano seco (rociar) y dejarle reposar durante un periodo de tiempo, antes de realizar el tostado. A continuación en la figura 5 podemos observar el secado del grano que se realiza en estas comunidades.



FIGURA 5: Secado del grano de cañahua.

La cantidad de agua que se añade, así como el tiempo de reposo varían, dependiendo del contenido de humedad y de la dureza del grano. Se realiza empíricamente.

### c) Tamizado o cernido

Es la operación, que consiste en la separación de las partículas en diferentes fracciones según sus tamaños. Este proceso permite separar las impurezas pequeñas que se encuentran después del lavado y secado del grano. En esta operación se obtienen las impurezas mayores pajas, granos de otras semillas y otros como se observa en la figura 6.



FIGURA 6: Impurezas mayores

El tamizado se efectúa de forma manual mediante el uso de tamices o cernidores manuales, como podemos observar en la figura 7. Elaborados de diferentes materiales por ellos mismos.



FIGURA 7: Tamizado del grano

#### **d) Tostado**

Para la realización de esta operación el grano tiene que estar con una humedad aproximada del 11 al 13 % y de esta manera se facilita el tostado, en esta operación unitaria se utilizan bateas y como fuente de energía se emplea la bosta de llama, oveja y la yareta. A continuación en la figura 8 se puede observar el tostado del grano de cañahua, en esta operación por el uso de los materiales empleados se produce una gran cantidad de humo.



FIGURA 8: Tostado del grano de cañahua

El tostado del grano no suele ser uniforme, algunas veces los granos no están bien tostados y otras veces se queman. El tostado del grano es una operación unitaria muy importante, en esta operación se desarrolla el color y olor característico del pito de cañahua. El tostado del grano es una de las operaciones unitarias mas críticas donde muchas veces se produce la contaminación cruzada del producto por los materiales empleados como combustible, y en esta etapa se produce demasiado humo, causando malestares como dolor de cabeza, dolor de ojos y, principalmente, problemas respiratorios.

Después de la obtención del grano tostado este se enfría y posteriormente es llevado a la microempresa de Lacoconi donde se realiza la recepción del mismo para realizar la molienda, el tamizado y el envasado del pito de cañahua.

### **e) Recepción del grano tostado**

Es una operación en la que se recibe el grano tostado o molido proveniente de las comunidades productoras del Ayllu Majasaja Mujlli, donde se pesa el grano y se registra la cantidad y al propietario. La cañahua que se recepciona es llevada en bolsas de yute y no se realiza ningún control ni inspección del producto.

### **f) Molienda**

La molienda del grano tostado recibido, se realiza en un molino de martillos, lamentablemente, no se efectúa la limpieza del mismo, así como tampoco se limpian las áreas de molienda y envasado. A continuación en la figura 9 se muestra el molino de martillos de la microempresa.



FIGURA 9: Molino de martillos

### **g) Tamizado o cernido**

Después de la molienda se realiza el tamizado del pito de cañahua con un tamiz manual de malla 0.08 mm. donde se obtienen el salvado y algunos granos que no fueron bien triturados. A continuación se puede observar en la figura 10 y 11, los subproductos que se obtienen después de tamizado el grano tostado y molido.



FIGURA 10: Salvado obtenido después del tamizado



FIGURA 11: Subproductos obtenidos después del tamizado del pito de cañahua

#### **h) Envasado y comercialización**

Después de la molienda y tamizado el pito de cañahua, es embolsado para su comercialización en bolsas de polietileno de alta densidad, en envases de 1 Kg. y 0.5 Kg. y es sellado herméticamente, utilizando para esto un sellador eléctrico semi-manual. Actualmente al no contar con ningún sistema de capacitación que instruya a las familias de estas comunidades acerca del procesamiento del pito de cañahua, existen diferentes operaciones unitarias que realizan para la transformación del pito de cañahua, que influyen en la calidad del producto final. A continuación en la figura 12 se puede observar

claramente que existe diferencia en el color del pito de las muestras procedentes de diferentes productores de las comunidades de estudio.



FIGURA 12: Muestras de pito de cañahua de diferentes productores

Así también el color del pito de cañahua, varía dependiendo de la variedad con la que se elabora, y del tostado del grano.

#### **4.2.2 Infraestructura**

La microempresa artesanal cuenta con dos ambientes, el área de procesamiento y almacenamiento del producto final, con una superficie total de 90 m<sup>2</sup> de construcción. La descripción de las áreas de procesamiento que conforman la infraestructura son las siguientes:

##### **a) Área de procesamiento**

En el área de procesamiento actualmente se efectúa la recepción del grano tostado, la molienda, el tamizado y envasado del pito de cañahua. La distribución actual de la planta se puede observar en el anexo 4.

## b) Área de almacenamiento

En esta área se encuentran ubicados los estantes para el almacenamiento del producto final, un horno, materiales de envasado y oficina. Por la importancia que presentan las características de la construcción, se ha visto por conveniente realizar la descripción del área de procesamiento y almacenamiento como se muestra en el cuadro 12.

CUADRO 11: Descripción de las características de la construcción de la infraestructura.

Paredes	Material	Interior: Revoque con yeso Exterior: Revoque con cemento
	Color de pintura	Interior: Color marfil Exterior: Color blanco
	Observaciones	No presenta ninguna pared revestida con azulejos.
Techos	Material	Interior: Revoque con yeso Exterior: Calaminas
	Color de pintura	Interior: Color blanco
Ventanas	Material	Marcos de madera
	Color de pintura	Sin pintar
	Observaciones	Las ventanas no presentan redes milimétricas.
Pisos	Material	Vaciado de cemento
	Color de pintura	Sin pintar
	Observaciones	No presenta ningún piso revestido con cerámica.
Puertas	Material	Metálicas
	Color de pintura	Café
	Observaciones	Las puertas no son lisas

### 4.3 Resultados del diagnostico del proceso de elaboración del pito de cañahua

#### 4.3.1 Proceso de elaboración artesanal

De acuerdo al diagnostico realizado, se identificó que existen diferentes formas de elaborar el pito cañahua para la comercialización, como se puede apreciar en la figura 13 el diagrama de flujo del proceso de producción actual de la transformación artesanal del pito de cañahua.

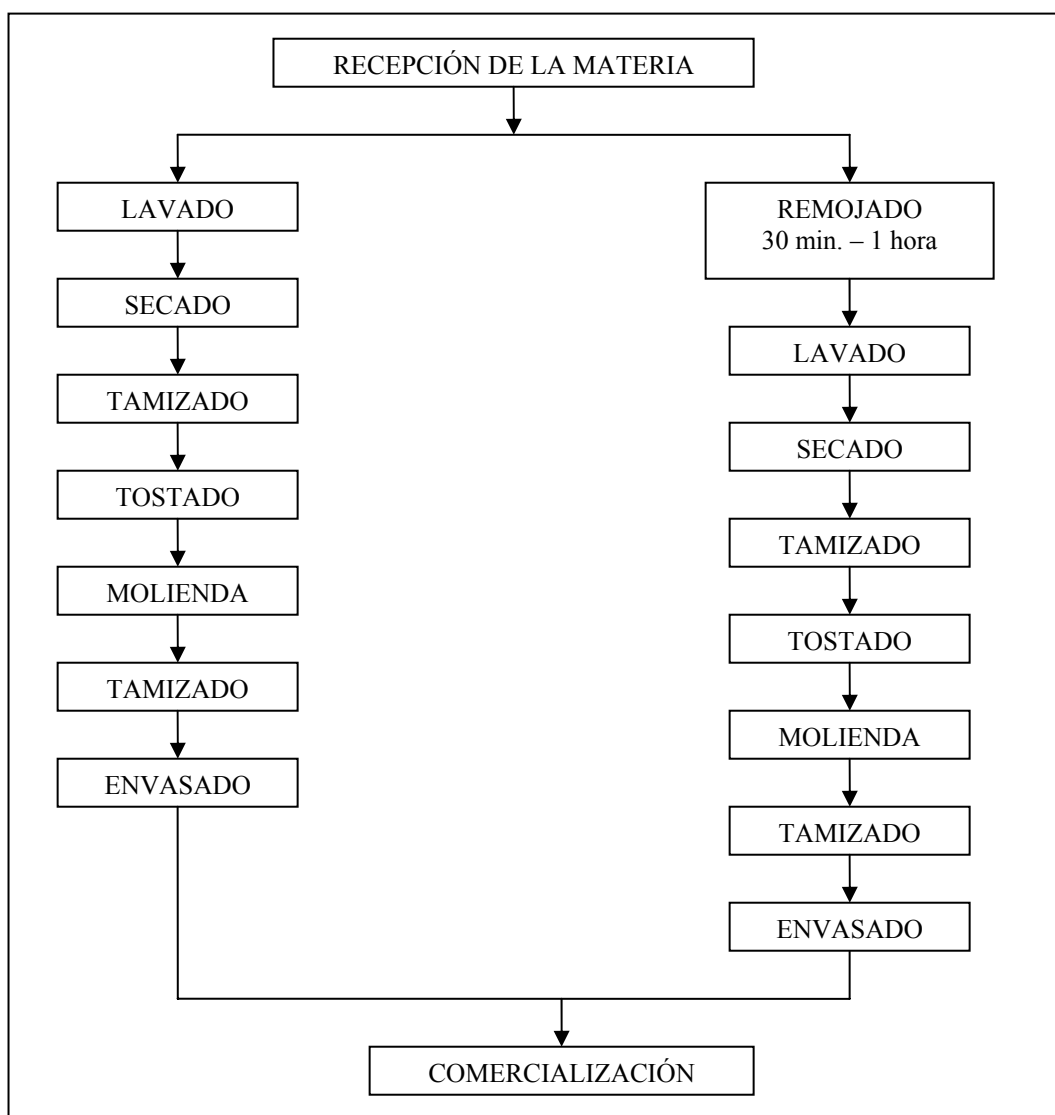


FIGURA 13: Diagrama de flujo del procesamiento actual del pito de cañahua.

En el flujograma se observa que no se tiene un proceso estandarizado por lo cual existen diferentes operaciones unitarias que realizan las familias de estas comunidades para la transformación del pito de cañahua para la comercialización.

Así también, al realizar el diagnóstico, a simple vista se logró identificar que existen operaciones unitarias críticas, debido a que muchas de las familias que realizan la transformación del grano tostado no cuentan con agua potable, tampoco tienen todos los materiales adecuados para la transformación, ya que los materiales que se emplean en el proceso muchas veces no están limpios, lo que origina una contaminación adicional, afectando a la calidad, inocuidad del producto final y por lo tanto a su vida útil.

#### **4.3.1.1 Aspectos Organizacionales**

Actualmente existe una deficiente organización de los productores, lo cual no permite coordinar y planificar actividades que permitan mejorar el proceso de producción artesanal.

#### **4.3.1.2 Aspectos de calidad**

En las condiciones actuales de producción, se identificó que no se cuenta con el apoyo técnico que permita mejorar la calidad del producto y el proceso de producción que realizan las familias en estas comunidades, por lo tanto no existe implementado ningún sistema de control de calidad, procedimientos operativos estandarizado (POES), manejo integrado de plagas (MIP), buenas prácticas de manufactura (BPM) e higiene (BPH), que permitan garantizar la calidad e inocuidad del producto final.

A continuación se presenta la información del estado higiénico de procesos e infraestructura en la microempresa de Lacolaconi.

**a) Higiene y Saneamiento:**

- No se usa la indumentaria adecuada de trabajo.
- No se cuenta con procedimientos, métodos y programas de Higiene del Personal (PHP), de Limpieza y Desinfección.
- No se cuenta con las instalaciones básicas para la higiene y aseo del personal.
- No existe prohibición del comportamiento de operarios y acceso de personal ajeno.
- No existe un programa preventivo contra plagas (MIP).
- No existe ningún programa o procedimientos, ni registros de lavado y desinfección de planta, equipo y utensilios.

**b) Infraestructura:**

- No se cuenta con la infraestructura adecuada.
- No se cuenta con las dependencias básicas, no existe definición de áreas de proceso y sala de recepción de materias primas y lavado.

**c) Equipo, materiales y utensilios**

- El equipo empleado no es el más adecuado.
- Los materiales que se emplean, muchas veces no son de grado alimentario.
- Ningún equipo dispone de etiqueta de limpieza, de uso, mantenimiento y seguridad operacional.

**d) Área de empaque**

- Las condiciones de envasado y etiquetado no son las más adecuadas.
- No se realiza el lavado de manos antes de realizar el envasado.
- Se realiza el control de pesos del producto final.

#### **e) Control y operaciones de calidad**

- No se aplican o utilizan ningún tipo de control de calidad de materias primas, procesos y condiciones de almacenamiento de producto terminado.
- No existen procedimientos documentados que aseguren la calidad.
- No se aplica ningún sistema de inventario para el almacenamiento de materias primas y el producto final.

Como puede observarse no se manejan registros de procedencia de materias primas, inventario de producto terminado, documentación y estandarización de cada actividad de la elaboración del pito de cañahua. Tampoco se cuenta con un ambiente destinado exclusivamente a la recepción de la materia prima, el cual es de suma importancia para evitar contaminaciones en el área de procesamiento y almacenamiento pues los acopiadores del grano ingresan sin ninguna precaución.

Otro aspecto muy importante que se debe indicar es que en el área de procesamiento, no se cuenta con las instalaciones y utensilios básicos de limpieza; como un lavamanos y desinfectante para la higiene del personal.

#### **4.3.2 Determinación de la inocuidad del producto**

De acuerdo al diagnóstico y a la descripción del proceso de producción realizado, se identificó muy claramente, que existen muchos problemas en el actual proceso de producción que se deben mejorar y que influyen de manera directa en la calidad e inocuidad del producto final.

Para conocer el grado de inocuidad en el presente trabajo, se realizó el análisis microbiológico de los productos intermedios y del producto final en el laboratorio de la Facultad de Agronomía.

En el presente trabajo se uso como referencia la norma Boliviana NB 336 para Cereales-Quinua en grano por la falta de una norma técnica para el grano de cañahua y para el pito de cañahua se empleó la norma Española para galletas ya que actualmente no se cuenta con una norma para cereales andinos procesados. Los resultados que se obtuvieron se presentan en los siguientes cuadros 12 y 13.

CUADRO 12: Análisis microbiológico del grano seco de dos muestras

Parámetros	Limite máximo permitido	Valor obtenido M1	Valor obtenido M2
RTBAM	$1 \times 10^6$ UFC / g	$2.4 \times 10^7$	$3 \times 10^5$
Mohos y levaduras	$1 \times 10^4$ UFC / g	$7 \times 10^6$	$4 \times 10^4$
Coliformes totales	3 NMP / g	11	4
Salmonella 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

RTBAM: Recuento total de bacterias aerobias mesófilas.

UFC: Unidades formadoras de colonias por gramo de muestra.

NMP: Número mas probable por gramo de muestra.

Los resultados obtenidos demuestran una importante contaminación de coliformes totales en ambas muestras, que exceden los valores permisibles, en comparación con la norma microbiológica establecida. En lo que se refiere al recuento de bacterias aerobias mesofilas (RTBAM) y el recuento de mohos y levaduras se observa claramente que la muestra 1 excede los valores permisibles, en cambio los valores de RTBAM de la muestra 2 son menores, pero no así el valor del recuento de mohos y levaduras.

De acuerdo al análisis microbiológico realizado, se determinó que existen diferencias entre las dos muestras analizadas, así también como en el producto final como se puede observar en el cuadro 13. Estos resultados, se deben a las diferentes condiciones en las cuales se elaboran ya que en el proceso actual, existen muchos factores que contribuyen a

la contaminación de estos productos, como ser las condiciones de lavado, secado, la contaminación cruzada después del tostado por la mala manipulación. Se observó también que muchas veces los recipientes que son usados no reciben ningún tipo de limpieza. Así también, se observaron otros factores que disminuyen la calidad como ser la baja disponibilidad del servicio sanitario, la falta de abastecimiento de agua propia. Todos estos factores contribuyen a que estos productos elaborados en forma artesanal presenten un mayor riesgo de contaminación por microorganismos.

CUADRO 13: Análisis microbiológico del producto final de dos muestras.

Parámetros	Limite máximo permitido	Valor obtenido M1	Valor obtenido M2
RTBAM	$1 \times 10^3$ UFC / g	$2.1 \times 10^6$	$4 \times 10^3$
Mohos y levaduras	$2 \times 10^2$ UFC / g	$1.4 \times 10^4$	$2 \times 10^4$
Coliformes totales	Ausencia	7	4
Salmonella 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

RTBAM: Recuento total de bacterias aerobias mesófilas.

UFC: Unidades formadoras de colonias por gramo de muestra.

NMP: Número mas probable por gramo de muestra.

De acuerdo, a los resultados obtenidos los análisis microbiológicos indican, que los valores hallados exceden los límites máximos permitidos por la legislación vigente en las dos muestras, por lo tanto se deben introducir mejoras en el procesamiento, transporte y almacenamiento.


#### 4.3.3 Descripción del producto terminado

Actualmente el envase que se utiliza es el polietileno de alta densidad, en la etiqueta no se cuenta con los datos del registro sanitario y fecha de vencimiento. Por esta situación

actualmente solo se comercializa en algunas ferias, pero no así en otros mercados ya que se exigen estos requisitos.

A continuación se muestra en el cuadro 14, la descripción de la presentación que incluye el etiquetado actualmente.

CUADRO 14. Descripción del etiquetado del producto pito de cañahua

<b>Nombre del producto</b>	Pito de cañahua		
<b>Presentación</b>	Envases de polietileno de 0.5 y 1Kg. Litografiados		
<b>Origen</b>	Provincia Tapacari, Cochabamba-Bolivia Ayllu Majasaya Mujlli		
<b>Información nutricional por 100g. (1)</b>		Carbohidratos (g)	60.13
		Humedad (g)	4.00
		Proteínas (g)	17.40
		Fibra cruda (g)	6.74
		Lípidos (g)	8.6
		Cenizas (g)	3.15
		Calcio (mg)	190
		Hierro (mg)	22.2
		Zinc(mg)	4.4
		Magnesio (mg)	290
<b>5.6.2 Consumo</b>	Seco con azúcar o miel al gusto Húmedo, con agua, leche o yogurt al gusto		
<b>5.6.2 Otros</b>	Ventas y pedidos 100 % Natural. Descripción del grano, nombre común, nombre científico y el origen Nombre de las instituciones que apoyan.		

1 La composición nutricional que presenta en el envase es del Estudio de Análisis para la comercialización de la planta alimenticia cañahua, en el Mercado Europeo (Ibisch, 1996).

#### 4.3.4 Identificación de los peligros existentes y planteamiento de estrategias para la mejora de la calidad

Después de realizar el diagnóstico, se efectuó la identificación de los peligros existentes y el planteamiento de estrategias para el mejoramiento de la calidad. Como puede observarse en el cuadro 15, donde se indican los peligros que existen y las etapas donde aparecen y un resumen de las estrategias para mejorar la calidad e inocuidad del producto final y por lo tanto su vida útil.

CUADRO 15: Identificación de los peligros existentes en el actual proceso del producción del pito de cañahua

ETAPA	PELIGRO	JUSTIFICACION	ESTRATEGIA
Recepción del grano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Físico:</b> tierra, pajas, piedras, insectos y semillas de otros granos.</li> <li>• <b>Biológico:</b> si el almacenamiento previa a su compra no fue el adecuado, el producto podría estar contaminado con mohos, insectos y heces de roedores</li> </ul>	<p>Estas son las impurezas mas frecuentes del grano de cañahua que de no eliminarse ocasionarían problemas en las otras etapas posteriores y ocasionarían daños a algunos equipos como el molino.</p> <p>El producto al contaminarse con mohos se producirían micotoxinas de características carcinogénicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de proveedores.</li> <li>• Reglamentar las actividades y establecer especificaciones para la compra del grano.</li> <li>• Realizar controles de calidad del grano que ingresa a la planta de procesamiento, análisis visual del estado del grano y organoléptico.</li> </ul>
Lavado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Biológico:</b> por microorganismos presentes en las aguas de lavado</li> <li>• <b>Químico:</b> por metales pesados o sustancias peligrosas.</li> </ul>	<p>Si el uso de las aguas que se utilizan en el lavado no es potable, el grano se podría contaminar con microorganismos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de agua potable</li> <li>• Tratamiento potabilizador de las aguas.</li> </ul>

Secado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Físico:</b> tierra, pajas, arena, polvo, insectos.</li> <li>• <b>Biológico:</b> microorganismos presentes en el medio ambiente y los que trae el viento.</li> </ul>	<p>El proceso de secado es una de las etapas en la que existe una mayor contaminación, ya que se realiza en el suelo sobre aguayos, donde se produce una gran contaminación del grano y que influye en la inocuidad del producto final</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de un secador solar rotatorio.</li> <li>• Establecer base de procesos operativos estándares POES y base de buenas prácticas de manufactura BPM.</li> </ul>
Tostado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Biológica:</b> Por el uso de la bosta de animales utilizada como fuente de energía.</li> <li>• <b>Física:</b> pajas, trozos de astillas de yareta, cabellos, etc.</li> </ul>	<p>En esta etapa se da la contaminación cruzada del producto por el uso de la bosta y además el humo ocasiona daños a la persona que realiza esta operación unitaria.</p> <p>En esta etapa si el grano presenta una elevada contaminación no se llega a eliminar todos los microorganismos presentes y si el tostado es inadecuado y si se da la contaminación cruzada por el uso de la bosta. Este podría ser el causante de enfermedades infecciosas gastrointestinales, por lo tanto produciendo el rechazo de este producto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de cocinas a gas</li> <li>• Capacitación del personal.</li> <li>• Implementación de buenas practicas de higiene BPM, BPH y POES.</li> </ul>

Molienda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Física:</b> objetos metálicos, hilos y restos de material.</li> <li>• <b>Químicos:</b> Grasas o lubricantes.</li> <li>• <b>Biológica:</b> por contaminación de microorganismos, insectos acumulados en el molino, de anteriores moliendas.</li> </ul>	En la molienda si no se toman en cuenta las etapas anteriores, y el grano presenta una elevada cantidad de microorganismos este contamina todo el grano molido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la infraestructura. Para ello se sugiere la construcción de ambientes : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un ambiente destinado a la recepción de la materia prima.</li> <li>- Otro ambiente para el lavado de la materia prima.</li> <li>- Molienda.</li> </ul> </li> <li>• Implementación de programas de limpieza BPH, BPM y POES.</li> <li>• Control visual</li> </ul>
Envasado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Físicas:</b> cabellos, polvo y otros objetos.</li> <li>• <b>Biológicas:</b> por microorganismos.</li> </ul>	Contaminación por los operarios por falta de higiene y malos hábitos. Contaminación por plagas por la falta de limpieza de las áreas de procesamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de programas de limpieza BPH, BPM y POES</li> </ul>
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Biológicas:</b> Humedecimiento y multiplicación de microorganismos.</li> <li>• <b>Físicos:</b> Ataque de plagas al envase.</li> </ul>	Si no esta bien sellado el envase, durante el almacenamiento se puede dar la multiplicación de microorganismos, o el ataque por plagas si no se toman en cuenta MIP.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Será preciso muestrear los paquetes cerrados para comprobar la integridad del cierre. Se debe de almacenar en un lugar fresco y seco.</li> </ul>

#### **4.3.4.1 Estrategias de mejora de la calidad**

De acuerdo, a los resultados del diagnóstico y la identificación de peligros físicos, químicos y biológicos las estrategias se basan en la implementación de programas de higiene, elaboración de procedimientos operativos estandarizados de sanidad, buenas practicas de higiene y manufactura, y el mejoramiento de la infraestructura, los cuales son necesarios para lograr programas de calidad y documentación de operaciones constantes y uniformes en condiciones higiénicas. Para el logro de tales estrategias se proponen una serie de acciones de mejora enfocadas, en principios que generen y mantengan la calidad del pito de cañahua.

A continuación en el cuadro 16, se presentan las estrategias de acción de mejora de calidad, en el anexo 5 se puede observar la sugerencias para el mejoramiento de la infraestructura.

CUADRO 16: Estrategias de mejora de la calidad

ESTRATEGIAS		OBJETIVO	MODO DE ACCION
Implementación de programas de higiene y saneamiento	1. Introducir conocimientos básicos de Buenas prácticas de manufactura.	Orientar en calidad e higiene de producción.	Capacitación en: - Buenas prácticas de higiene y manufactura.
	2. Mejorar el área física y la infraestructura de procesamiento	Facilitar la implementación de programas de mejora de la calidad, para crear un ambiente favorable de trabajo y evitar focos de contaminación.	- Se sugiere la construcción de tres ambientes para mantener la calidad del producto: a. Un ambiente destinado a la recepción y pesado de la materia prima. b. Un ambiente destinado al lavado de la materia prima. c. Otro para los servicios básicos para la higiene del personal. - Mejorar distribución de áreas de equipo y almacenes.

ESTRATEGIAS		OBJETIVO	MODO DE ACCION
Implementación de programas de higiene y saneamiento	3. Mejorar equipos, utensilios y materiales.	Establecer normas de higiene y calidad de los procesos.	<p>Compra de equipos para la mejora de calidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Secador solar rotatorio</li> <li>- Aspiradora de polvo*.</li> <li>- Recipientes para el lavado.</li> <li>- Gorros, guantes, protectores del sistema visual y barbijos</li> </ul>
	4. Establecer base de Procesos Operativos Estándares (POE).	Definir, estandarizar y documentar los procesos operativos.	<p>Capacitación en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generalidades de POES y MIP</li> <li>- Estandarizar procedimientos de elaboración del pito de cañahua.</li> <li>- Definir control de calidad de producto y operaciones.</li> <li>- Documentar proceso y productos.</li> <li>- Establecer formatos de control de procesamiento.</li> </ul>

\* Se tuvo en cuenta que al ser un producto de baja humedad e higroscópico no es posible realizar sanitizaciones con agua como se acostumbra en otras industrias. Es así que se recomienda el uso de aspiradoras para la remoción del polvo y/o uso de cepillos para cuando éste se adhiera a las superficies.

ESTRATEGIAS		OBJETIVO	MODO DE ACCION
Implementación de programas de higiene y saneamiento	5. Principios sobre Procesos Operativos Estándares de Sanitización (POES)	Estandarizar procesos de inocuidad, desinfección, limpieza y sanitización de equipo, materiales, utensilios y áreas.	Elaboración de POES: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza y desinfección de pisos.</li> <li>- Limpieza de paredes</li> <li>- Lavado de puertas y ventanas.</li> <li>- Limpieza de ductos porta cables.</li> <li>- Limpieza y desinfección de canales efluentes.</li> <li>- Limpieza de servicios sanitarios.</li> <li>- Limpieza y desinfección de manos.</li> <li>- Limpieza y desinfección de máquinas y equipos.</li> </ul>

#### 4.4 Propuesta para la optimización del proceso de elaboración para la mejora de la calidad del producto

Después de realizar el diagnóstico del proceso de producción y la identificación de peligros, se ha propuesto el siguiente proceso de elaboración, para mejorar la calidad del producto, como se puede observar en la figura 14.

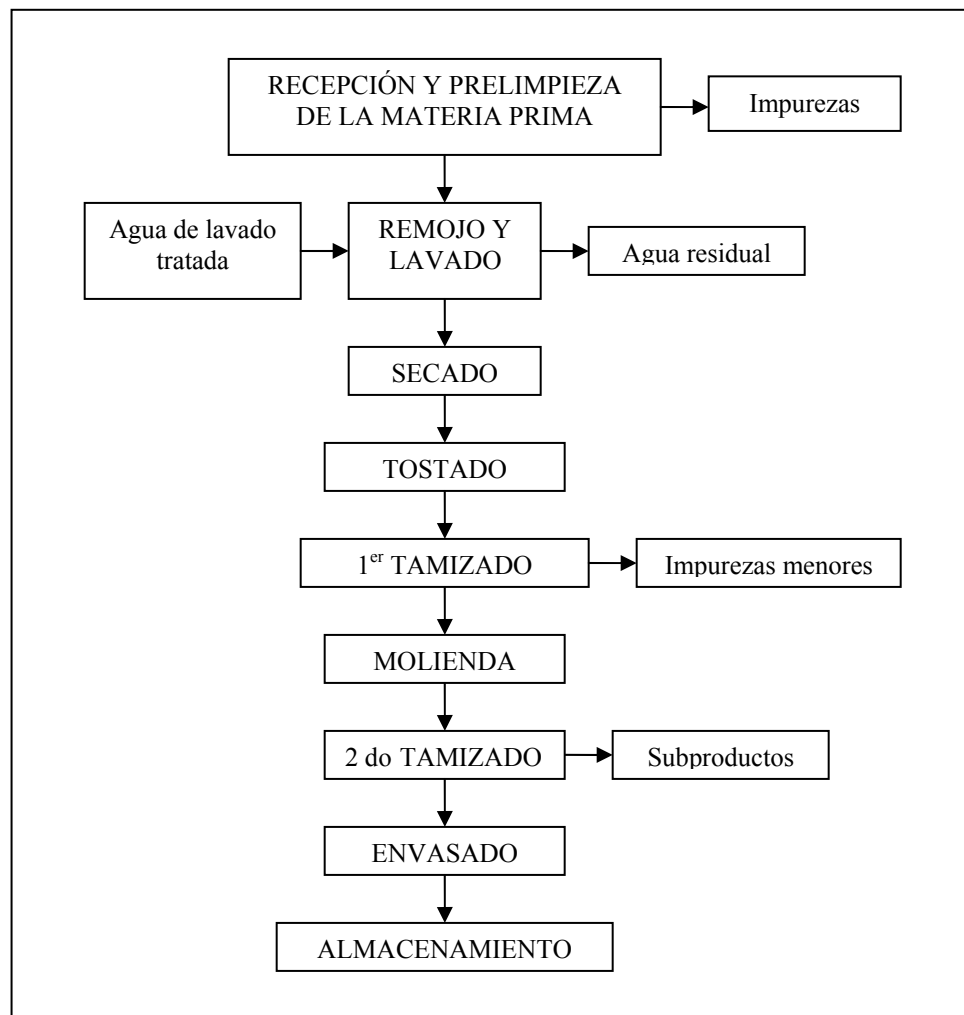


FIGURA 14: Diagrama de flujo del proceso de elaboración optimizado

A continuación se describen cada una de las etapas del proceso de producción para la mejora de la calidad:

### **a) Recepción y prelimpieza de la materia prima**

Para mejorar el proceso de producción actual y obtener un producto de calidad, se debe realizar un control de calidad minucioso, desde la recepción de la materia prima que ingresa. La cañahua que será acopiada antes de ser pesada y de registrar el origen y al propietario, deberá ser sometida a una verificación visual para conocer el estado del grano, también se debe realizar la identificación de la variedad y un venteo adicional en la planta para poder disminuir aun más las piedrecillas y restos de cosecha que se hubieran quedado, para ser luego llevada al almacén de materia primas, separada de acuerdo a la variedad y la fecha de adquisición. De la misma manera se debe implementar un silo de almacenaje para los granos de cañahua y así proteger de los insectos y roedores en la planta de proceso.

### **b) Remojo y lavado del grano**

Para obtener el grano más limpio, el primer paso después de la recepción y el venteo adicional es realizar un remojo y agitación del grano, el tiempo que se concede en esta etapa varia, dependiendo de la humedad inicial y la dureza del grano. El remojo y el lavado constituyen factores de importancia puesto que presentan dos finalidades, primeramente el de eliminar la tierra y arena por disolución y decantación; segundo, acondicionar el grano hasta que alcance el correcto contenido de humedad de 16.5 % para facilitar el proceso de tostado y molienda.

Es muy importante mencionar que los grandes molineros cuentan con un equipo llamado MYFA (BUHLER) el cual mide la humedad inicial, temperatura y el flujo del grano, entonces automáticamente se dosifica el volumen de agua necesaria para llevar el trigo a una humedad de 15% -16.5 % dependiendo de la humedad y de la dureza del trigo (SAN MARTIN, 1997).

Esta operación se efectuaba anteriormente utilizando, latas de alcohol como recipiente y palos para remover. Para esta operación lo ideal sería contar con un lavador semiautomático para el lavado, pero al ser la elaboración de forma artesanal se debe de contar con recipientes para el lavado y cucharas de palo grandes para realizar la agitación.

En el lavado además de eliminar el polvo superficial, se reduce en gran medida la carga microbiana de los granos que entran en la molienda, sobre todo si se añaden al agua compuestos clorados que den una concentración de 100-125 ppm de cloro disponible. De forma similar, el agua empleada para atemperar el grano (es decir, para aumentar el contenido en humedad al valor óptimo para la molienda) debe contener un desinfectante, que puede ser Cloro, Dióxido de Cloro ó hipoclorito de sodio (DENDY; HESSELTINE, 1968). La adición de cloro en el agua de lavado o temperado reduce la cantidad de contaminación microbiana del grano como de la harina. La efectividad de este tratamiento está limitada a la cantidad de cloro introducida como en las otras practicas de sanitización realizadas en la planta (HESSELTINE, 1968).

### **c) Secado**

En el proceso artesanal de elaboración del pito de cañahua, el grano lavado y escurrido se extendía sobre mantas en el piso lo que repercutía de manera directa en la calidad del producto. Como una alternativa para mejorar esta operación unitaria se propone el uso de un secador solar rotatorio, porque no se requiere remover el grano para obtener un secado uniforme. El secado del grano se realiza parcialmente, ya que el mismo tiene que tener una humedad aproximada de 12.5 %, para saber si el grano se halla correctamente acondicionado algunos de los elaboradores colocan uno poco de grano en la mano y presionan si estos tienden adherirse entre si el grano esta listo para el tostado.

A continuación se pueden observar 2 diferentes secadores en la figuras 15 y 16 que se podrían emplear en el actual proceso de secado del grano.



FIGURA 15: Secador solar movable



FIGURA 16: Secador solar fijo, de construcción sólida, en hormigón, metal y vidrio.

#### **d) Tostado**

El tostado del grano como se describió en el cuadro 17 de análisis de riesgos, se observó que es una de las etapas más críticas actualmente, debido al uso de la bosta que se emplea como combustible, y que además es uno de los factores que ha influido para que algunas familias dejen de elaborar el pito de cañahua, por la gran cantidad de humo que se produce en esta etapa. Debido a que la planta de procesamiento de Lacoconi cuenta actualmente con cocinas a gas y ollas para el tostado del grano, además de otros materiales necesarios, todas las etapas del proceso de pito de cañahua, deben realizarse en estas instalaciones. En la etapa de tostado se alcanzan temperaturas de 90 - 110 ° C y se realiza por un tiempo de 3 – 5 minutos.

### e) 1<sup>er</sup> Tamizado

Después del tostado se recomienda realizar el tamizado del grano, debido a que el grano presenta un mayor volumen y es mucho más fácil eliminar las impurezas más pequeñas, que todavía están presentes. A continuación en la figura 17 y 18 se muestra el tipo de impurezas que es separada tanto en la prelimpieza, como después del tamizado del grano tostado. En esta operación se emplea un tamiz manual de malla de 0.1mm.



FIGURA 17: Impurezas, separadas en la prelimpieza.



FIGURA 18: Impurezas separadas después del tostado.

#### **f) Molienda**

Después del tamizado del grano se realiza la operación de molienda para la obtención del pito de cañahua en un molino de martillos. En el proceso de producción se deben implementar normas de higiene del personal y uso de ropa de trabajo, gorros, barbijos, protectores del sistema visual y de esta manera evitar cualquier contaminación del producto.

#### **g) 2<sup>do</sup> Tamizado**

Después de la molienda se realiza nuevamente el tamizado del grano molido en el cual se obtienen subproductos como el salvado y aquellos granos que no se molieron muy bien luego del tostado, en el cual se emplea un tamiz manual de malla de 0.08 mm.

#### **h) Envasado**

Finalmente se realiza el envasado del pito de cañahua y pesado en envases de polietileno de alta densidad, empleando un sellador eléctrico semi-manual.

En la figura 19, se presenta el balance de masa del producto pito de cañahua.

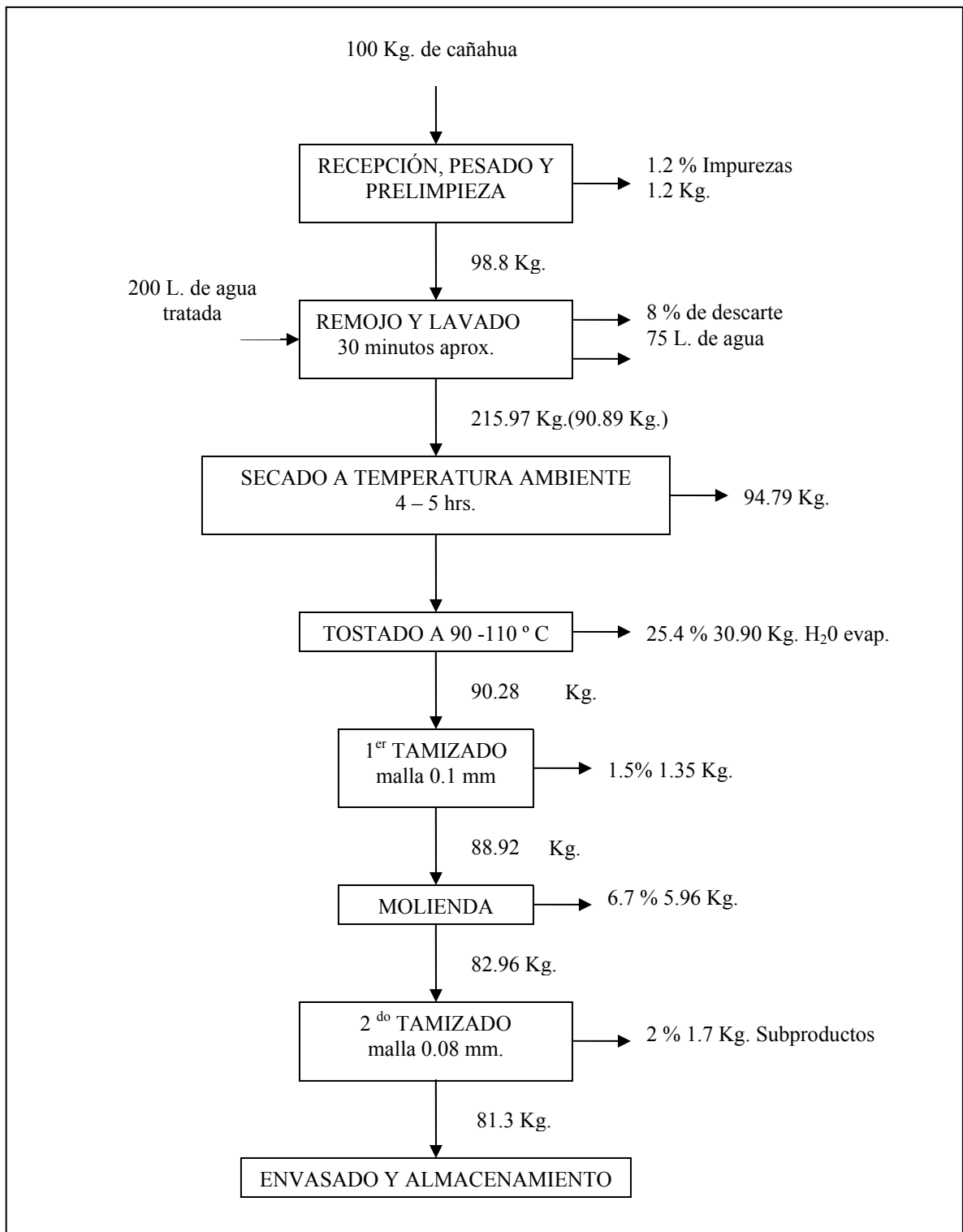


FIGURA 19: Balance de masa del pito de cañahua

#### **4.5 Determinación de la vida útil del pito de cañahua**

La determinación de la vida útil se realizó evaluando el contenido de humedad, pH, acidez y el análisis sensorial cada 30 días durante el almacenamiento del producto final a temperatura de  $10 \pm 2$  ° C, temperatura ambiente y a 35 ° C. Para realizar el estudio de la vida útil se elaboró el pito de cañahua de acuerdo al diagrama de flujo de la figura 18 y posteriormente se realizó la determinación de los componentes mayoritarios, el pH, actividad de agua y la acidez para su posterior almacenamiento en las diferentes condiciones. Estos factores constituyen los parámetros de control de calidad determinante de este tipo de productos, dado que de ella depende su vida útil. Además se pueden mencionar otros controles como la capacidad de absorción del agua y la capacidad expansiva del gluten que se realiza fundamentalmente en el trigo para panificación, ya que el grano de trigo posee gluten en cambio la cañahua, al igual que la quinua y amaranto esta libre de gluten por lo que no se realizarán estos controles. La cañahua al estar libre de gluten, podría ser una buena alternativa para la elaboración de nuevos productos para las personas intolerantes al gluten enfermos celíacos.

##### **4.5.1 Establecimiento de la vida útil del pito de cañahua**

Antes de determinar la vida útil del pito de cañahua, primeramente se procedió a determinar la composición nutricional de los componentes mayoritarios y la inocuidad del producto, mediante el análisis microbiológico.

###### **4.5.1.1 Determinación de los componentes mayoritarios del pito de cañahua.**

En el cuadro 17, se presentan los resultados obtenidos de los componentes mayoritarios del pito de cañahua elaborado para el estudio de la vida útil del producto. De acuerdo a los resultados obtenidos, el pito de cañahua aporta un alto porcentaje de carbohidratos 63,43 %, proteínas 16.48 % y 8.81 % de lípidos con un valor de actividad de agua 0.12 para la humedad de 4.2 %.

CUADRO 17: Análisis fisicoquímicos del pito de cañahua  
(Resultados en base húmeda)

Parámetro	Contenido
Humedad (%)	4.2
Proteína (%)	15.79
Lípidos (%)	8.81
Ceniza (%)	2.68
Fibra (%)	6.79
Carbohidratos (%)	61.73
Actividad del agua 20 ° C *	0.12
Actividad del agua 20 ° C **	0.18
pH Tiempo inicio	6.15
pH Tiempo final (6meses)	5.80

\* La actividad de agua se midió cuando el pito de cañahua presentaba una humedad de 4.2 %.

\*\* y a 5.6 % de humedad, después de almacenar el pito de cañahua sin envase en una estufa con recirculación de aire a temperatura de 35 ° C y una humedad relativa promedio del 67 %.

El valor de la actividad del agua es un parámetro muy importante para conocer la estabilidad de los alimentos ya que nos da la información acerca de la estabilidad microbiológica de los productos alimenticios y otras posibles reacciones de deterioro. Estos valores obtenidos de acuerdo a FENNEMA (2000), se encuentran dentro los límites de seguridad para el crecimiento microbiano es decir que no existe proliferación microbiana.

Por otro lado, la estabilidad de los alimentos depende además de la actividad del agua y de la humedad presente en el producto de la composición nutricional, ya que estas determinan frecuentemente reacciones de deterioro que modifican la calidad final del producto. De acuerdo a la composición nutricional del pito de cañahua se determinó que

presenta 16 % de proteína y 8 % de lípidos, lo cual nos indica que podría ser susceptible a las reacciones de hidrólisis y oxidación de los ácidos grasos.

#### 4.5.1.2 Determinación de la seguridad del producto

Después de realizar la elaboración del pito de cañahua, se realizó el análisis microbiológico para conocer la seguridad del producto. En el presente trabajo se uso como referencia la norma Española para galleta, por la falta de una norma técnica para el pito de cañahua. A continuación en el cuadro 18 se muestran los resultados obtenidos del análisis microbiológico.

CUADRO 18: Análisis microbiológico del pito de cañahua.

Parámetros	Limite máximo permitido	Valor obtenido
RTBAM	$1 \times 10^3$ UFC / g	$1.3 \times 10^2$
Mohos y levaduras	$2 \times 10^2$ UFC / g	$1 \times 10^2$
Coliformes totales	Ausencia	Ausencia
Salmonella 25 g	Ausencia	Ausencia

RTBAM: Recuento total de bacterias aerobias mesófilas.

UFC: Unidades formadoras de colonias por gramo de muestra.

NMP: Número mas probable por gramo de muestra.

Estos resultados nos muestran la ausencia de coliformes totales y los valores obtenidos del recuento de bacterias aerobias mesófilas, mohos y levaduras se encuentran por debajo de los límites máximos, lo que nos estaría indicando la buena calidad sanitaria del producto estudiado.

## 4.5.2 Cambios durante el período de almacenamiento

### 4.5.2.1 Humedad

Los cambios del contenido de humedad, están asociadas al carácter higroscópico de la harina con su consecuente tendencia a responder a las variaciones de la humedad relativa del ambiente del almacenamiento (CLARO, 2003). Los cambios ocurridos durante el almacenamiento, se dan porque existe un equilibrio de la humedad inicial del producto con la humedad relativa del ambiente, ganando humedad en casos de elevada humedad relativa o perdiéndola cuando la atmósfera esta seca (QUAGLIA, 1991).

A continuación se presentan los resultados correspondientes del contenido de humedad del pito de cañahua, almacenadas a 10 ° C, temperatura ambiente y a 35 ° C.

#### a) Almacenamiento a temperatura de 10 ± 2 ° C

Como se observa en la figura 20 el contenido de humedad del pito de cañahua almacenado a 10 ° C y una humedad relativa del 50 % presenta un leve descenso durante el almacenamiento, disminuyendo su valor inicial de 4.2 %, hasta llegar a un valor de 4.1 %.

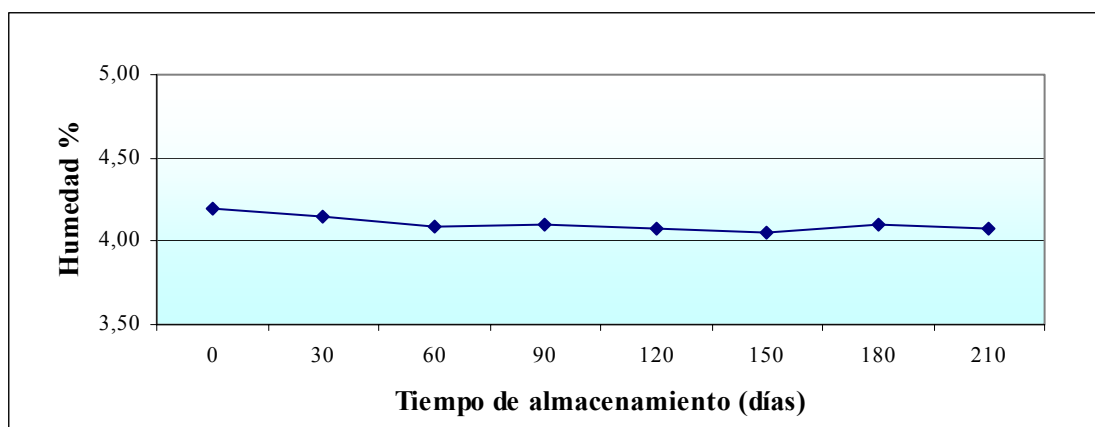


FIGURA 20: Variación del contenido de humedad Vrs. tiempo de almacenamiento a 10 ° C.

**b) Almacenamiento a temperatura ambiente de  $25 \pm 5^\circ \text{C}$ .**

A continuación en la figura 21, se observa que el contenido de humedad del pito de cañahua almacenado a temperatura ambiente aumentó, desde un valor inicial de 4.2 %, hasta llegar a un valor de 4.69 % a los 210 días de almacenamiento.

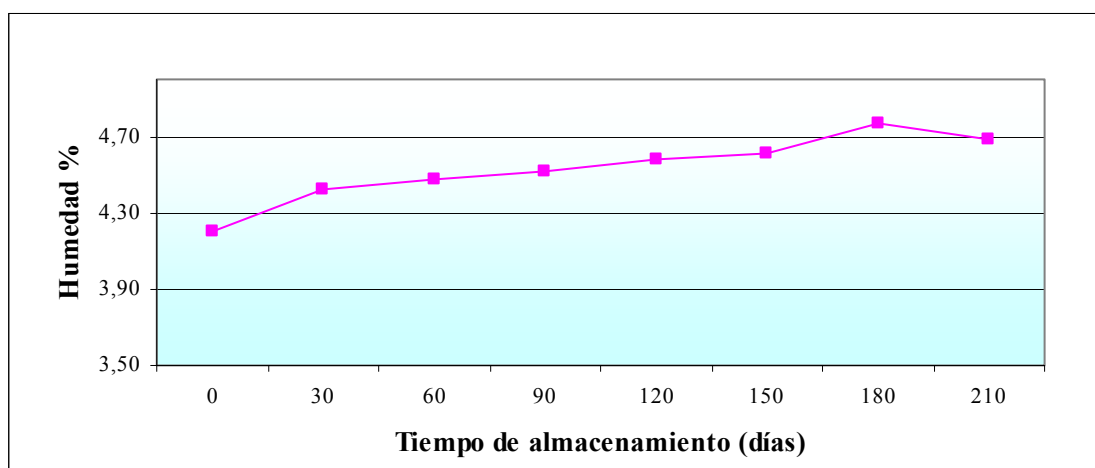


FIGURA 21: Variación del contenido de humedad Vrs. Tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente.

Así también en el cuadro 19 se presentan los valores de humedad relativa y temperatura ambiente que fueron registrados el día del análisis mensual.

CUADRO 19: Medidas de humedad relativa % y temperatura registradas en el almacenamiento a temperatura ambiente.

Parámetro	Tiempo de almacenamiento (días)							
	0	30	60	90	120	150	180	210
HR %	64	62	65	63	68	70	75	65
T °C	19.8	20,2	25,0	24,5	25,2	24,0	23,0	24,7

**c) Almacenamiento a temperatura de  $35 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ .**

Como se observa en la figura 22 el pito de cañahua presento un aumento, en el contenido de humedad desde un valor inicial de 4.2 % aumentando fuertemente a partir del día 30 hasta llegar a un valor de 5.14 % a los 150 días de almacenamiento, después de llegar a este valor el contenido de humedad permaneció constante a la temperatura de  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  y humedad relativa del  $85 \pm 5 \%$ .

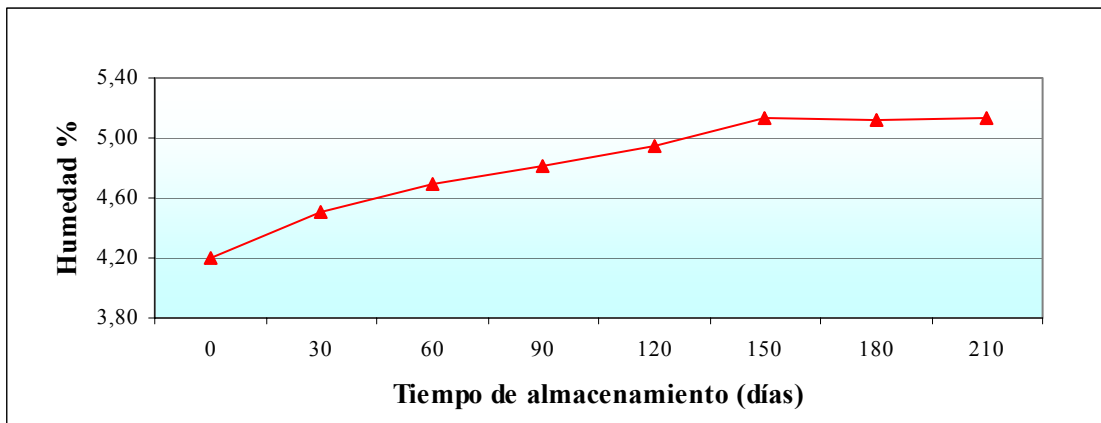


FIGURA 22: Variación del contenido de humedad (%) obtenidos durante el almacenamiento a temperatura de  $35 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

A continuación en la figura 23 se observan los cambios de humedad en las diferentes condiciones de almacenamiento.

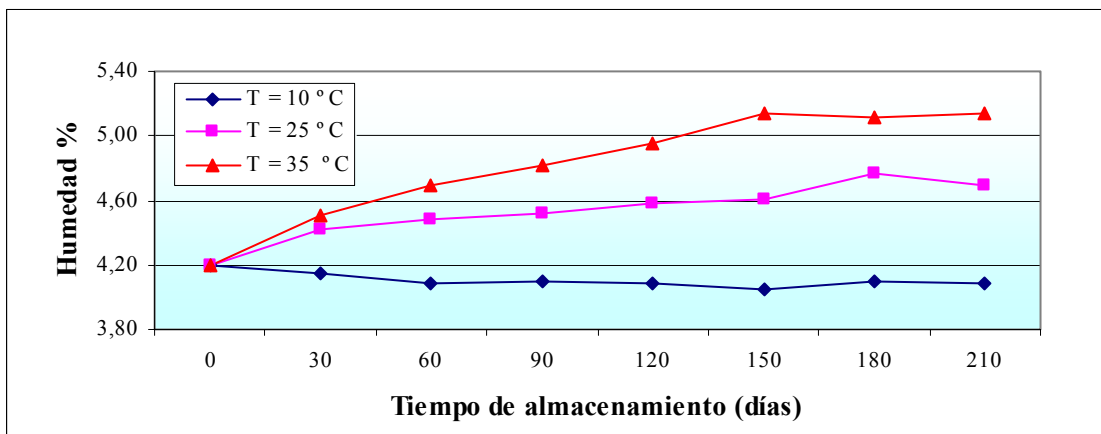


FIGURA 23: Contenido de humedad en las diferentes condiciones de almacenamiento

De acuerdo a los resultados obtenidos a la temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa del 50 %, se observa que el contenido de humedad presento un leve descenso; en el caso de la muestra almacenada a temperatura ambiente de  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , la humedad inicial se incrementa levemente de 4.2 a 4.69 % y finalmente a la temperatura de  $35^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa de 85 % la muestra tuvo un ascenso de humedad desde un valor inicial de 4.2 hasta llegar a un valor de 5,14 %.

Los cambios ocurridos se explican por las diferentes condiciones de almacenamiento a las que fueron sometidas las muestras de pito de cañahua ya que existe un equilibrio de la humedad del alimento con la humedad relativa del ambiente, este se rehidratará o deshidratará (RANKEN, 1993). Así también en el caso del trigo de acuerdo a diferentes autores como RAMIREZ (2006), CLARO (2003), KENT (1971) y QUAGLIA (1991), entre otros, señalan que cualquiera que sea la humedad inicial, del trigo equilibra poco a poco con la humedad relativa ya que es una materia higroscópica, es decir absorbe o pierde humedad según la humedad relativa del medio donde se encuentre almacenado.

#### **4.5.2.2 pH**

El pH y la acidez de la harina representan uno de los factores que caracterizan el buen estado de conservación y almacenamiento, ya que durante este período, pueden ocurrir cambios en estos parámetros, debido a la posible descomposición de las grasas bajo la influencia de las lipasas.

A continuación se presenta los resultados obtenidos para el contenido promedio de pH, durante el almacenamiento a  $10^{\circ}\text{C}$ , temperatura ambiente y a  $35^{\circ}\text{C}$ .

##### **a) Almacenamiento a temperatura de $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$**

En la figura 24 se presenta, el comportamiento del pH del pito de cañahua, durante el almacenamiento a  $10^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa del 50 %.

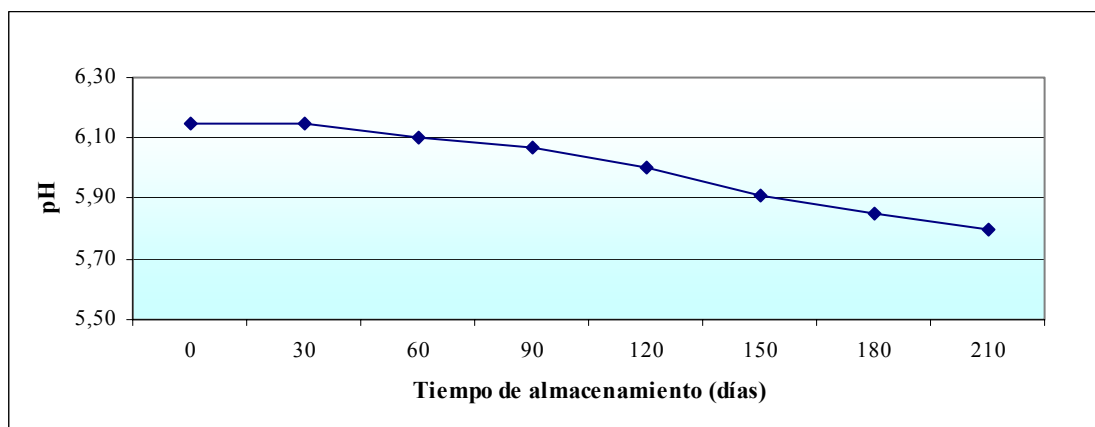


FIGURA 24: Variación del pH durante el almacenamiento a temperatura  $10 \pm 2$  ° C.

En la figura 24 se observa que inicialmente el pH que es de 6.15 va disminuyendo de acuerdo al tiempo de almacenamiento hasta llegar a un pH de 5.8 después de 210 días. Como se dijo anteriormente el pH es un indicador del deterioro de la harina, causada por la acción de las lipasas y lipooxigenasas presentes en los granos de cereales, produciendo glicerol y ácidos grasos libres.

Según MONTES, (1981) el pH de harinas frescas oscila entre 5,8 y 6.2, y de acuerdo a las normas del INSTITUTO ADOLFO DO LUTZ se menciona que la escala normal en las cuales fluctúan las harinas es de 6 a 6.8, este amplio rango de valores se debe a los tratamientos sufridos, como ser el blanqueamiento con cloro y el grado de extracción. En cambio en las normas de INDECOPI se mencionan valores de 5.5 a 6.5 para harinas frescas para diferentes grados de extracción. Así también, RAMÍREZ, (2004) indica que la acidez de una harina depende de la característica varietal, de las condiciones agrícolas y climáticas donde se ha desarrollado el grano de trigo y de las distintas partes que componen al grano, así la zona de las envolturas del grano son ricas en sustancias minerales y proteínas, presentan mayor acidez y la del endospermo las más bajas. En la presente investigación se tomaran los datos del pH de 5.8 a 6.2 para harina integral de trigo, ya que no sufre ningún tratamiento ya sea por blanqueamiento o extracción por lo que se asemeja al pito de cañahua que es un producto natural e integral.

**b) Almacenamiento a temperatura ambiente de  $25 \pm 5$  ° C**

En la figura 25 se puede observar el comportamiento del contenido del pH durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

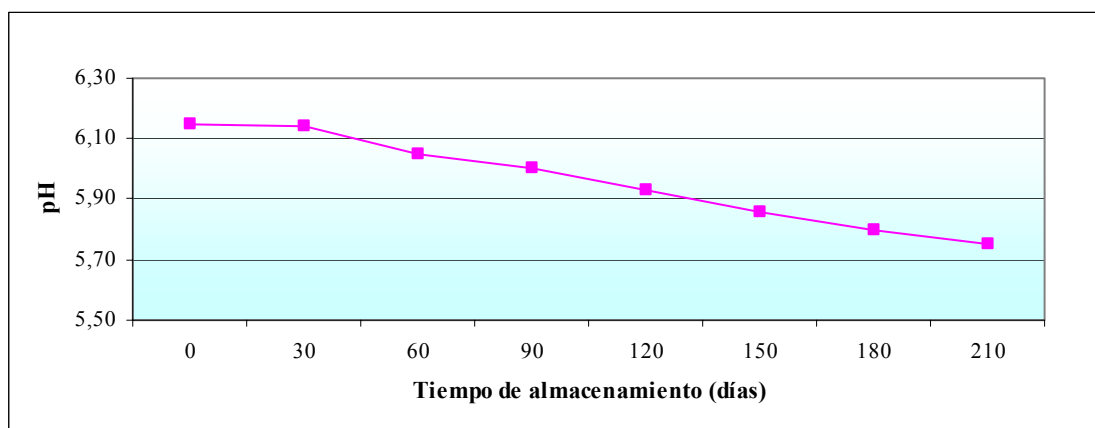


FIGURA 25: Variación del pH durante el almacenamiento a temperatura ambiente

De acuerdo a la figura anterior se observa que el pH disminuye durante el tiempo de almacenamiento y en comparación a la temperatura de  $10$  ° C el descenso es más rápido.

**c) Almacenamiento a temperatura de  $35 \pm 3$  ° C**

En la figura 26 se observa el comportamiento del pH a temperatura de  $35$  ° C, donde podemos ver que el pH disminuyó bruscamente hasta llegar a un pH de 5.6 a los 180 días de almacenamiento, en comparación a las otras dos formas de almacenamiento.

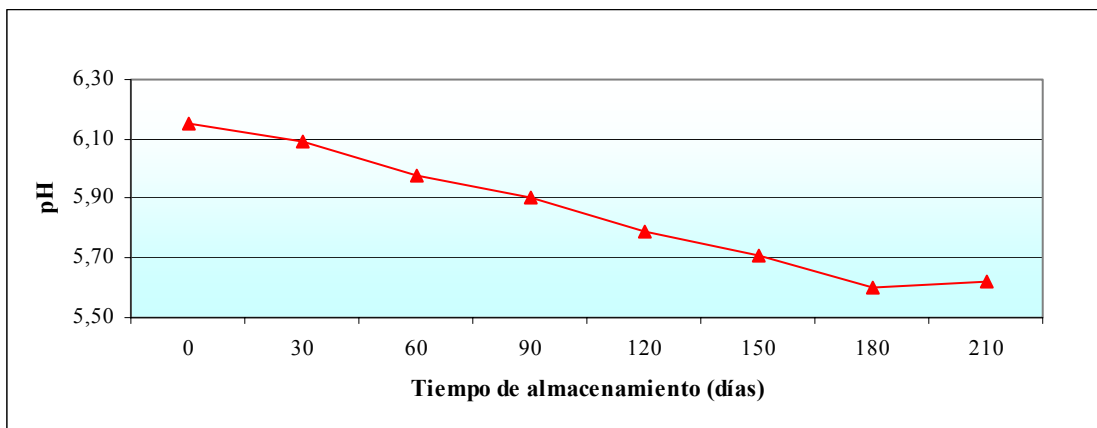


FIGURA 26: Variación del pH durante el almacenamiento a 35 ° C.

A continuación en la figura 27 se observa el descenso o la disminución del pH durante el almacenamiento en las diferentes condiciones experimentales. Como se observa muy claramente en la grafica, el descenso del pH se realiza lentamente a una menor temperatura y disminuye bruscamente a mayor temperatura.

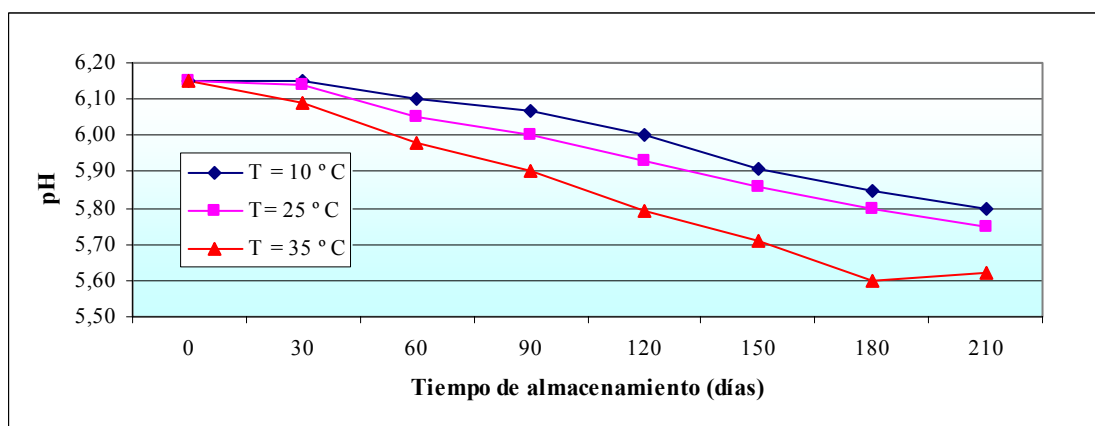


FIGURA 27: Variación del pH en las diferentes condiciones de almacenamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos se llega a un pH de 5.8 después de los 210 días de almacenamiento a la temperatura de 10 ° C, mientras a temperatura ambiente se llega a obtener un pH de 5.8 después de los 180 días de almacenamiento y finalmente a la

temperatura de 35 ° C se llega a un mismo pH después de los 120 días de almacenamiento.

En un estudio realizado por MIRANDA *et al.*, (2002), en la harina integral de trigo germinado y sin germinar se observa el mismo comportamiento en la disminución del pH y un aumento de la acidez durante el almacenamiento donde también se observó que la acidez disminuyó con el tiempo de germinación de la harina integral del trigo.

Así también resultados próximos, fueron encontrados por JOHNSON y GREEN (1931), en un estudio de la estabilidad de la harina del trigo almacenado a 22 ° C donde se observó la reducción del pH de un valor inicial de 6.4 hasta llegar a un valor de 6.31 después de los ocho meses de almacenamiento.

#### **4.5.2.3 Acidez**

La determinación de acidez en los alimentos proporciona un valioso dato y es uno de los parámetros más importantes a ser controlado tanto en la materia prima, como durante el proceso de elaboración, en el producto terminado y para conocer el estado de conservación. Esto se debe a la incidencia directa de este parámetro en las características organolépticas de los alimentos, en sus propiedades tecnológicas, conservación en el proceso de descomposición ya sea por hidrólisis, oxidación o fermentación.

A continuación se presentan los resultados correspondientes a la acidez en las diferentes condiciones de almacenamiento.

##### **a) Almacenamiento a temperatura de $10 \pm 2$ ° C**

Como se aprecia en la figura 28 la acidez del pito de cañahua va aumentando de acuerdo al tiempo de almacenamiento desde un valor inicial de 2.83 ml de solución NaOH

1N/100 gramos hasta llegar a un valor de 4.01 ml de solución NaOH 1N/100 gramos a los 210 días.

Los cambios ocurridos o alteraciones en la acidez, pueden ser ocasionados debido a la oxidación de los ácidos grasos por la actividad enzimática causada por la acción de las lipasas y lipooxigenasas endógenas, que originan la producción de olores, sabores extraños y en muchos casos colores desagradables (GRAZCA, 1965; LARRAÑAGA *et al.*, 1999).

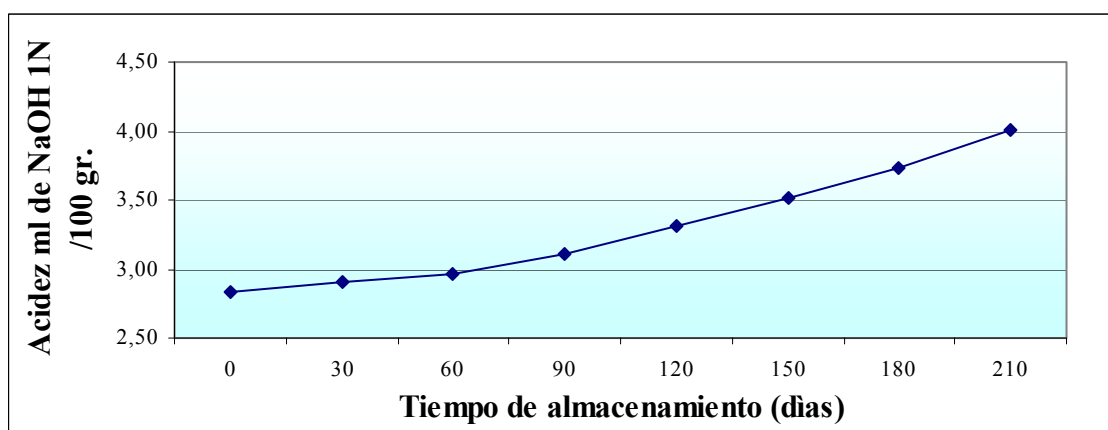


FIGURA 28: Variación de la acidez durante el almacenamiento a 10 ° C.

#### **b) Almacenamiento a temperatura ambiente de $25 \pm 5$**

En la figura 29, se presentan los resultados obtenidos de la acidez durante el tiempo de almacenamiento, a temperatura ambiente, donde se puede observar claramente el aumento de la acidez del producto desde un valor inicial de 2.83 ml de solución NaOH 1N/100 gramos hasta un valor final de 4.08 ml de solución NaOH 1N/100 gramos a los 210 días de almacenamiento.

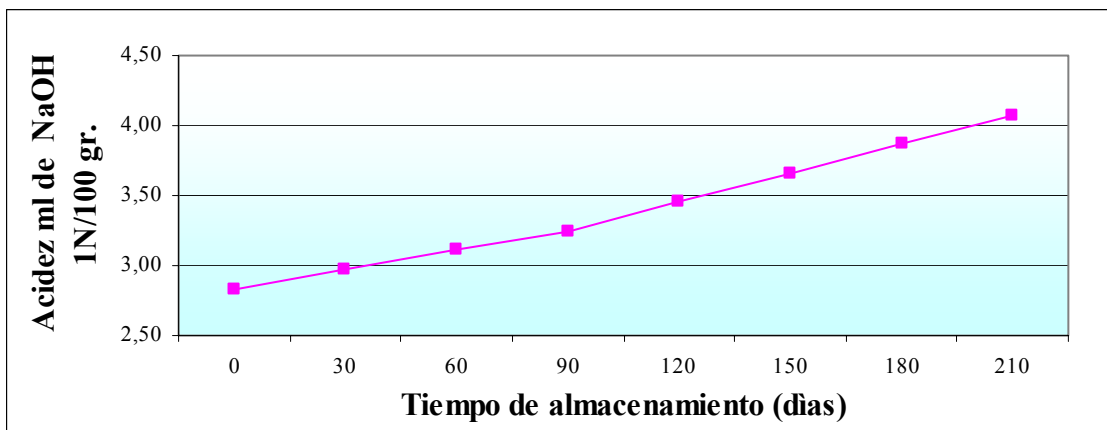


FIGURA 29: Variación de la acidez durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

De acuerdo al reglamento vigente 12/78 de la comisión de normas y patrones para alimentos (CNPA) se indica como límite máximo 4,0 ml de solución NaOH 1N/100 gramos para harina integral de trigo, de acuerdo a los resultados que se encontraron en el presente trabajo de investigación, se llega a la acidez de 4.10 ml después de los 210 días de almacenamiento.

### c) Almacenamiento a temperatura de $35 \pm 3^\circ \text{C}$

Como se observa en la figura 30, los valores de acidez durante el almacenamiento a  $35^\circ \text{C}$ , presenta un incremento mucho mayor en comparación con las otras diferentes condiciones de almacenamiento.

En este caso, el valor obtenido de acidez llega a 4 ml de NaOH 1N/100 gramos a los 121 días después de almacenado y se encuentra fuera del límite permitido después de los 210 días.

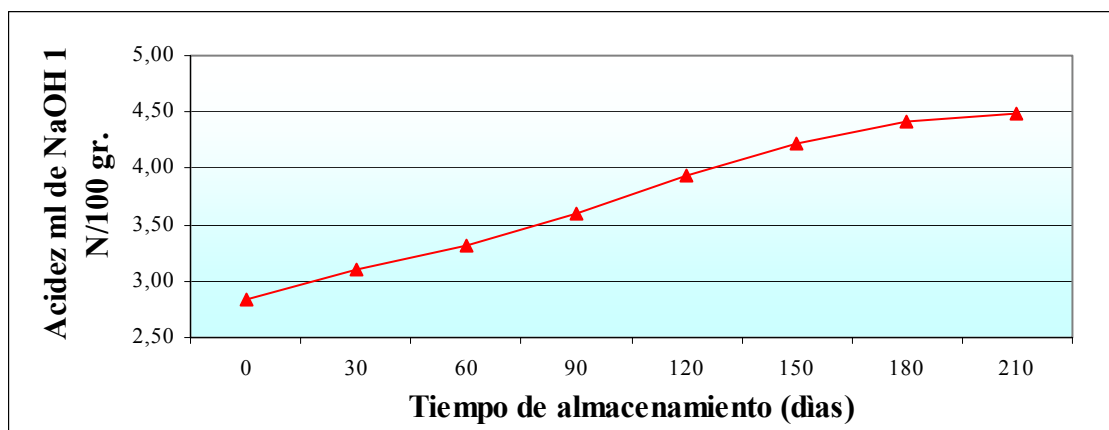


FIGURA 30: Variación de la acidez durante el almacenamiento a  $35 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

De acuerdo a los resultados obtenidos en los parámetros de acidez y pH los cambios ocurridos pueden ser explicados por JESSEN-HANSEN citado por MIRANDA (2002), quien fue el primero en expresar el aumento de acidez en las harinas almacenadas en términos de concentración de ion hidrógeno de sus extractos y en demostrar que las harinas aumentan su concentración, en ion hidrógeno durante el almacenamiento. De acuerdo con GRAZCA citado por MIRANDA (2002), una vez que la concentración del ion hidrógeno está directamente relacionada con las medidas de acidez titulable, en este trabajo datos del pH fueron registrados en estudios de almacenamiento. De ese trabajo se concluyó que el pH de la harina de trigo disminuye con el envejecimiento, de acuerdo a los niveles de mudanza de la acidez.

A continuación en la figura 31 se representan las graficas de la acidez en las diferentes de temperaturas y tiempo de almacenamiento. Como se puede observar, la acidez del producto se incrementa durante el tiempo de almacenaje y al igual que con todas las reacciones químicas, el aumento de la temperatura incrementa la velocidad de reacción lo que se puede observar en la figura 31 donde se llega a obtener una acidez de 4 ml de NaOH 1N/100 gramos a los 120 días de almacenamiento y a la temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  se llega al mismo valor de acidez a los 210 días de almacenamiento. En el anexo 4 se detallan los resultados.

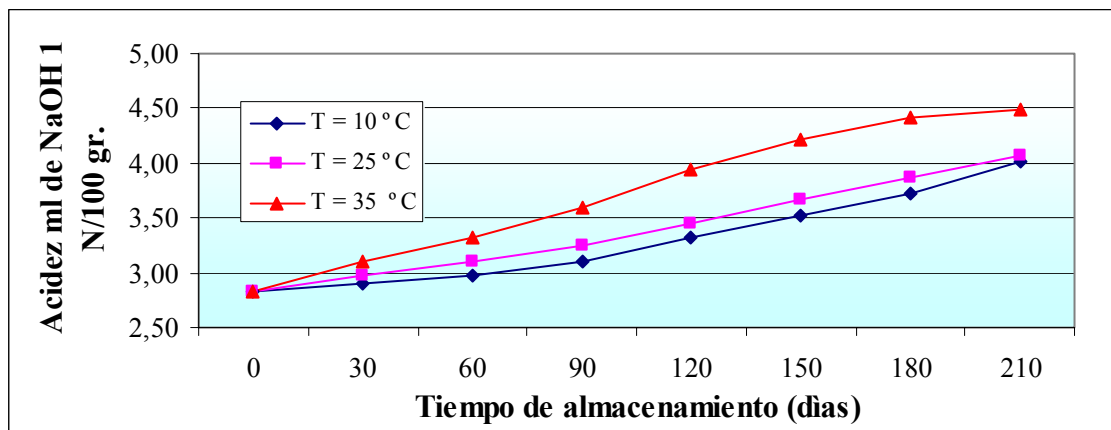


FIGURA 31: Variación de la acidez durante las diferentes condiciones de almacenamiento.

Estos cambios producidos en la acidez pueden ser atribuidos a varios fenómenos diferentes como la hidrólisis gradual de lípidos, oxidación de lípidos; hidrólisis de proteínas produciendo aminoácidos, o productos intermedios de la descomposición de proteínas, y separación enzimática de la fitina, produciendo ácido fosfórico (BADUI, 1993; BELITZ, 1997; LARRAÑAGA *et al.*, 1999; KENT, 1975).

El cambio, de la acidez puede deberse al deterioro de la grasas por acción de las enzimas ya que durante la molienda el germen sufre la fragmentación y la grasa queda libre y entra en contacto con las enzimas que están presentes en el grano entero produciéndose entonces el deterioro LARRAÑAGA (1999), por otro lado se sabe que el tratamiento habitual para inactivar y así estabilizar estas enzimas, es el tratamiento térmico, pero que lamentablemente es inadecuado para los productos integrales (DOMINIC, 2002).

La alteración que puede sufrir la grasa de los cereales puede ser de dos tipos: hidrólisis o lipólisis, por acción de la enzima lipasa que está presente en el grano, y oxidación o autooxidación, por acción de la enzima lipooxidasa, o no enzimáticamente, en presencia de oxígeno. A continuación en la figura 32 se puede observar, que la oxidación depende del contenido acuoso del alimento. De acuerdo a la grafica se observa

claramente que a una actividad de agua de aproximadamente 0.3 la velocidad de reacción es mínima ya que existe la capa monomolecular BET que actúa como filtro y no deja pasar el oxígeno hacia las partes internas donde están los lípidos; a  $a_w < 0.3$  se pierde dicha capa protectora, el ión metálico ya no está protegido por una capa de hidratación que le impida interactuar con el hidropéroxido, por lo que la oxidación se acelera y cuando la actividad de agua se encuentra entre 0.4 y 0.8 se favorece la reacción debido a que se incrementa la movilidad de los reactivos, se solubilizan los metales catalizadores y se exponen nuevas superficies del alimento por el aumento del volumen causado por la hidratación.

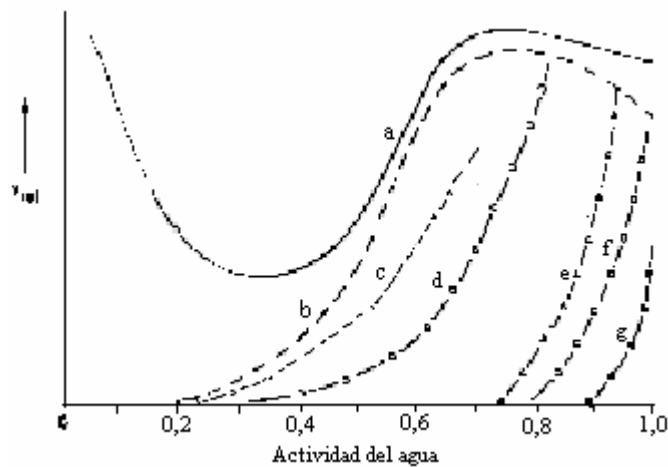


FIGURA 32: Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad acuosa a 20 ° C a) Oxidación de lípidos, b) Reacciones hidrolíticas, c) Reacciones de pardeamiento, d) Actividad enzimática, e) Crecimiento de mohos, f) levaduras, g) bacterias

FUENTE: Según LABUZA *et al.*, (1971) citado por BELITZ, (1999).

Como se observa en la figura 31 la velocidad de reacción es elevada en los alimentos deshidratados y en los que contienen agua; en cambio, es mínima a una actividad de agua de 0.3. Se explica así el subsiguiente aumento de la velocidad de autooxidación (BELITZ, 1997; BADUI, 1999). De acuerdo a la explicación anterior y el valor de la actividad de

agua del producto que es de 0.121 los cambios ocurridos en la acidez y el pH pueden ser explicados por las reacciones de oxidación o por lipólisis.

La hidrólisis tiene lugar como resultado de la hidrólisis de las moléculas de triglicéridos para formar glicerol y ácidos grasos libres y es causada por acción enzimática y/o presencia de humedad, como se observa en la figura 33 durante la hidrólisis por acción de las enzimas se hidroliza el enlace éster y se producen ácidos grasos libres y por tanto se incrementa la acidez, dichos ácidos grasos libres deben eliminarse, ya que de otra manera pueden provocar muchos problemas, por ejemplo en estas condiciones son mas sensibles a la autoxidación que en forma esterificada.

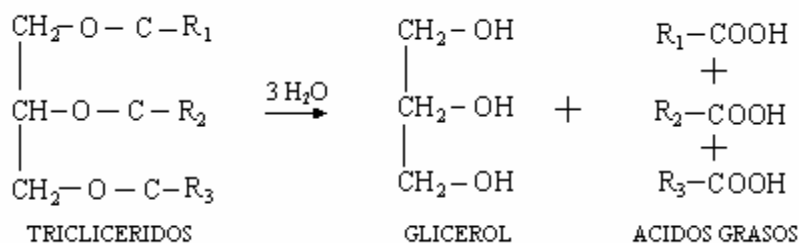


FIGURA 33: Hidrólisis de los triacilglicéridos

FUENTE: LEHNINGER A., 1999.

La alteración hidrolítica y la oxidación originan la aparición de olores y sabores desagradables, disminuyendo además el valor nutritivo; esto se debe a que el enlace éster de los glicéridos es susceptible a la hidrólisis química y enzimático, ya que los ácidos grasos insaturados son sensibles a reacciones de oxidación. (FOX y CAMERON 1992; BADUI 1999).

Este tipo de alteración que puede sufrir la materia grasa está influenciada por diversos factores tales como la temperatura, humedad, luz, oxígeno, iones metálicos y la presencia de enzimas que se encuentran en los cereales y productos de molienda como el trigo integral, salvado de trigo y arroz, avena y arroz integral.

De acuerdo al valor de actividad de agua, la disminución del pH es causada por la oxidación de lípidos (rancidez oxidativa) y es catalizada por la presencia de factores

comúnmente encontrados en los alimentos. De acuerdo a BADUI la oxidación se favorece a medida que se incrementa la concentración de ácidos grasos insaturados; esto se ha comprobado en sistemas modelo de ésteres metílicos de los siguientes ácidos esteárico, oleico, linoleico y linolenico; lo cual indica que los más insaturados necesitan menos tiempo para absorber la misma cantidad de gas y, por consiguiente se oxidan más rápido. En los cereales esta reacción se produce por presencia de la enzima lipoxigenasa que tiene el mismo mecanismo de reacción

La formación de hidroperóxidos es dependiente de la reacción de un doble enlace y los ácidos grasos insaturados son mucho más susceptibles. Los hidroperóxidos, luego se degradan por una serie de rutas produciendo compuestos de bajo peso molecular, de naturaleza alcohólica, ácida, cetonas, aldehídos, furanos dienoles e hidrocarburos. La oxidación de un solo ácido puede producir alrededor de 50 compuestos volátiles detectados por Cromatografía Gaseosa. A continuación en la figura 34 se observa el mecanismo de oxidación de lípidos.

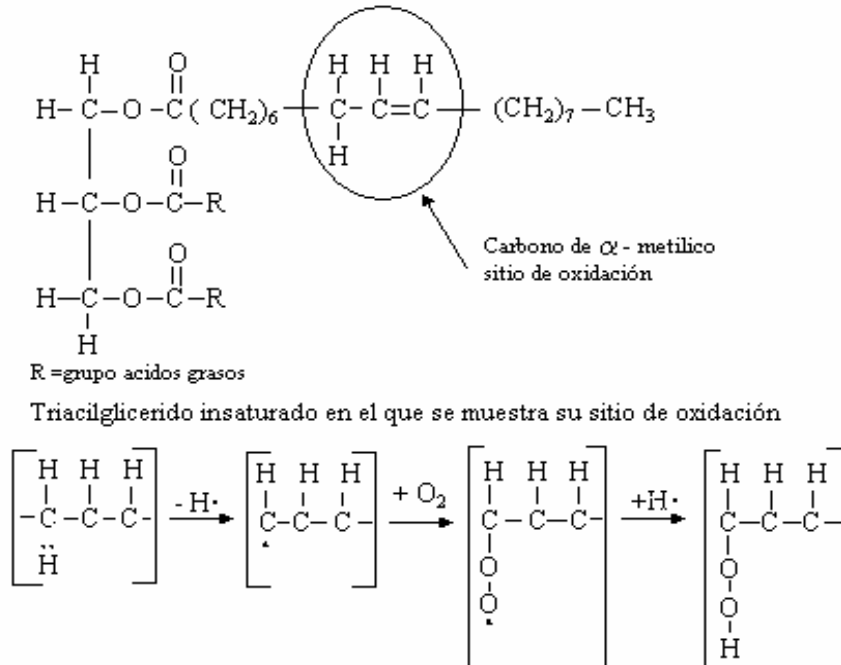


FIGURA 34: Mecanismo de oxidación de lípidos

FUENTE: BADUI. Química de los alimentos (1999).

#### 4.5.2.4 Evaluación sensorial

Constituye una disciplina científica que permite evaluar, medir, analizar e interpretar las características sensoriales de un alimento (color, olor, sabor y textura). A pesar de que la evaluación sensorial es el análisis más subjetivo nos arroja valores que nos definen el grado de aceptación o rechazo de un producto.

A continuación en el cuadro 20, se presentan los resultados obtenidos de los puntajes promedios para las tres condiciones de almacenamiento detectados, por el panel analítico a través del tiempo, para cada uno de los atributos sensoriales evaluados: aroma, sabor y color del pito de cañahua. Estas características fueron evaluadas por medio de un panel de degustación semientrenado de ambos sexos.

CUADRO 20: Variación en la calificación sensorial en el pito de cañahua durante el almacenamiento.

Tiempo de almacenamiento (días)	Condición de almacenamiento								
	10 ° C			20 ° C			35 ° C		
	OL	CO	SA	OL	CO	SA	OL	CO	SA
0	6	6,0	6,0	6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
30	5,8	6,0	6,0	5,2	6,0	5,3	4,3	5,5	4,8
60	5,7	6,0	5,8	5,0	5,7	4,7	4,0	4,7	4,3
90	5,0	6,0	5,3	4,3	5,2	4,2	3,2	5,0	3,8
120	4,8	6,0	4,7	4,2	4,8	3,8	2,5	5,0	3,0
150	4,7	5,7	4,0	3,7	5,6	3,7	2,0	5,5	2,3
180	4,2	5,0	3,8	3,5	4,8	3,5	1,2	4,5	2,0

Para evaluar el producto se utilizó una prueba de nivel de agrado por atributos, con escala hedónica de 6 puntos. Donde se tiene la siguiente escala de valores:

ESCALA DE VALORES:

EXCELENTE.....	6
MUY BIEN.....	5
BUENO.....	4
REGULAR.....	3
MALO.....	2
RECHAZADO.....	1

LEYENDA:

OL (Olor)

CO (Color)

SA (Sabor)

A continuación se presenta el análisis de cada uno de los atributos mencionados anteriormente:

**a) Olor**

El olor es la propiedad organoléptica que es percibida por el olfato por vía nasal directa, es decir cuando se huele el producto.

En la figura 34 es posible apreciar los resultado del promedio de los valores obtenidos en cuanto al grado de preferencia del pito de cañahua, así también es muy importante indicar que el olor fue uno de los atributos más citados, por el cual se indicó el rechazo del producto, el olor característico del pito de cañahua fue disminuyendo durante el tiempo de almacenamiento. En la figura 35 se observa que a mayor temperatura el

puntaje promedio es menor en comparación a las otras formas de almacenamiento en tiempo.

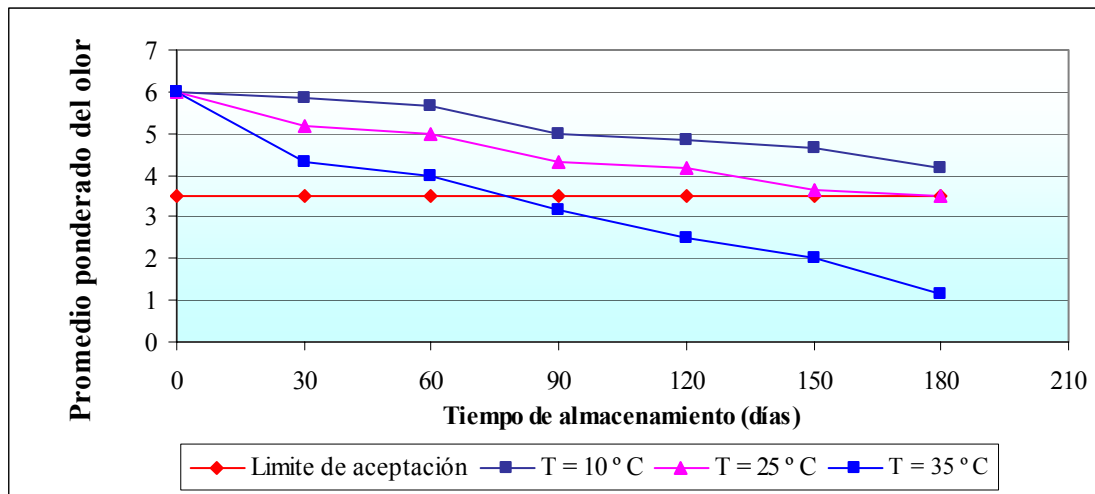


FIGURA 35: Promedios ponderados del olor obtenidos en la evaluación sensorial durante el almacenamiento.

Los cambios del olor pueden ser explicados por la oxidación de los lípidos presentes en la cañahua por la formación de aldehídos, por enranciamiento de los lípidos, y pérdida de ellos por volatilización o por reacción con sustancias que tienen grupo aminos (proteínas, aminoácidos, fosfolípidos).

En la presente investigación así como se observó la disminución del pH, en las diferentes condiciones de almacenamiento, el olor característico que presenta, se va perdiendo a medida que pasa el tiempo por lo que fue rechazado después de los 180 días de almacenamiento a temperatura ambiente. Así también de acuerdo a la figura 34 se observa que existe diferencia en las diferentes condiciones de almacenamiento y a una mayor temperatura el olor del pito tiene una calificación menor en comparación a las otras dos formas de almacenamiento.

## b) Sabor

De acuerdo al análisis realizado el olor y el sabor fueron uno de los atributos que determinaron el rechazo del producto.

El sabor al igual que el olor, fueron las características más destacadas y que se podrían atribuir a la alteración hidrolítica de los lípidos por lipólisis de los ácidos grasos cuando son liberados de los triglicéridos (GUTKOSKI, 2000). Así, también el sabor desagradable de las harinas puede ser ocasionado por el aumento de acidez, susceptibilidad de los ácidos grasos, de las reacciones de oxidación y alteración en las propiedades funcionales.

A continuación en la figura 36 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación sensorial en las diferentes condiciones de almacenamiento.

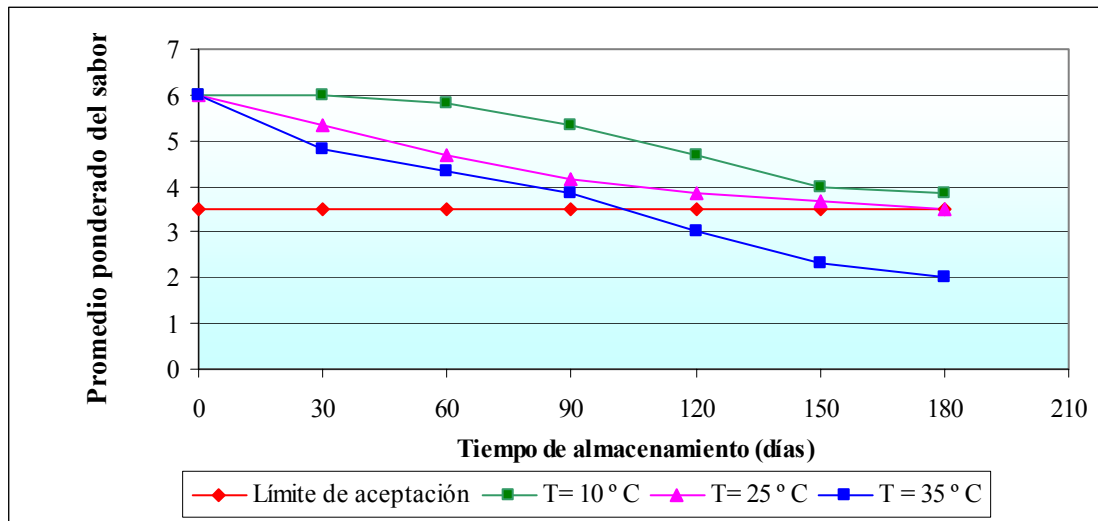


FIGURA 36: Promedios ponderados del sabor obtenidos en la evaluación sensorial durante el almacenamiento.

En la figura 36 se puede observar el comportamiento en el tiempo de los puntajes promedios, donde claramente se observa que después de los 90 días, el puntaje obtenidos para la muestra almacenada a 35 °C esta muy por debajo del limite de aceptación por lo

que es rechazada. En cambio para la muestra almacenada a temperatura ambiente se llega al límite de aceptación después de los 180 días (6 meses).

### c) Color

En cuanto al color no se apreciaron cambios muy significativos en las diferentes condiciones de almacenamiento, de acuerdo a la figura 36, se observa que después de los 30 días de almacenamiento la muestra almacenada a 35 ° C presenta un puntaje menor en comparación a las otras muestras, de acuerdo a los comentarios realizados por los panelistas observaron e indicaron que a la temperatura de 35 ° C después de treinta días el color se torno un poco más claro en comparación a los otras dos diferentes condiciones de almacenamiento.

A continuación en la figura 37 se muestran los resultados promedios obtenidos en la evaluación sensorial del atributo color.

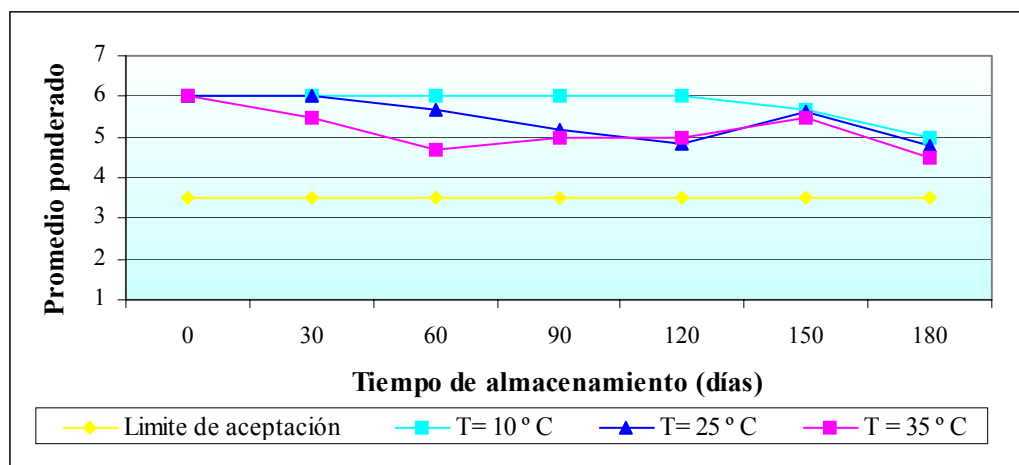


FIGURA 37: Promedios ponderados del color obtenidos en la evaluación sensorial durante el almacenamiento

En la tercera evaluación del análisis sensorial, realizado después de los 60 días de almacenamiento, se observa una ligera variación en la diferencia de los puntajes promedios.

En la cuarta evaluación sensorial, a los 90 días de almacenamiento de acuerdo la calificación realizada por los panelistas se observa que la muestra almacenada a temperatura ambiente y a la temperatura de 35 ° C presentan casi un puntaje similar, este comportamiento se puede observar también después de los 120 días de almacenamiento. En cambio en la sexta evaluación sensorial, realizada a los 150 días de almacenamiento las tres muestras recibieron un puntaje equivalente, así también después a los 180 días de almacenamiento.

## **CAPITULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- El grano de cañahua presento los siguientes componentes nutricionales: 16.43 % de proteína, 8.81% de grasa, 7.30 % de fibra, 2.73 % de cenizas, 64.73 % de carbohidratos 109.83 mg/100g de calcio, 12.66 mg/100g de hierro, 361.58 mg/100g de fósforo. Debido a estas características, la cañahua podría emplearse como fuente de hierro para personas en riesgo de anemia y niños por presentar una buena fuente de proteínas, grasa y fibra.
- De acuerdo a los resultados del análisis microbiológico y el diagnostico efectuado se concluye que existen muchos factores que influyen y afectan a la calidad e inocuidad del producto final y por tanto a su vida útil. Por lo que es de vital importancia, realizar el mejoramiento del proceso de producción artesanal, para ello se debe de mejorar la infraestructura de la planta de procesamiento, la compra de un secador para granos y realizar la capacitación del personal en buenas prácticas de higiene y manufactura.
- Después de realizado el presente trabajo, el pito de cañahua es un producto natural sin aditivos químicos, conteniendo 16 % de proteína, 8.81% de grasa, 2.68 % de cenizas, 6.79 % de fibra, 61.73 % de carbohidratos, un valor energético de 379.45 Kcal, una reducida actividad de agua y un bajo contenido de humedad 4.20 %, lo que permite asegurar la estabilidad microbiológica.
- El pito de cañahua producido en las comunidades de Japo y Lacolaconi, posee un tiempo de vida útil de seis meses en condiciones normales de almacenamiento a temperatura ambiente, sin cambios apreciables en las propiedades sensoriales,

donde se observa que el pH disminuye desde un valor inicial de 6.15 hasta llegar a un valor 5.75 y la acidez aumenta desde un valor inicial de 2.83 hasta un valor final de 4.08 ml de NaOH 1 N/ 100 gramos después de los 180 días de almacenamiento y esta se reduce a mayor temperatura llegándose a un pH de 5.79 y una acidez de 4, 22 ml de NaOH 1N/100 gramos después de los 120 días de almacenamiento (4 meses).

- De acuerdo a las características del producto [Contenido de lípidos (8.80 %), proteínas (16.00%) y una actividad de agua de 0.12], la disminución del pH y el aumento de acidez pudiera ser explicada por la interacción de productos de oxidación de lípidos con las enzimas lipooxigenasas u oxidasas.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Se debe de ejecutar e implementar las estrategias de mejora en la microempresa de Lacoconi y de esta manera poder acceder a cualquier certificación de calidad deseada a futuro.
- Es muy importante también efectuar la capacitación de las familias de estas comunidades que realizan la transformación del pito de cañahua para su autoconsumo, debido a que la principal causa de mortalidad infantil y de niños es causada por las enfermedades infecciosas gastrointestinales.
- Es necesario incluir en el envase, la fecha de vencimiento y las instrucciones de conservación, las cuales son requisitos necesarios actualmente, para su comercialización en nuevos mercados.

- Después de realizar el envasado del producto, durante el almacenamiento se debe de guardar una serie de normas para su correcta conservación y verificar el correcto sellado del envase además de no guardar en forma aglomerada.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGRUCO, 2000. Diagnóstico Participativo y Plan del Suelo en el Ayllu Majasaya Mujlli Municipio de Tapacarí”.
- ALFARO, G.; LARONDELE Y. y DESWGREN A., 1998. Valoración de los alimentos Andinos Tradicionales.
- ANZALDUA, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia S. A. Zaragoza. España.
- AGENCIA DE VIGILANCIA SANITARIA - ANVISA Decreto lei N° 72718 de 29 de agosto 1973. Consultado el 16 de abril del 2005. Disponible en: [http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/72718\\_hm](http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/72718_hm)
- BADUI, D. 1993. Química de los Alimentos. Ed. Pearson Educación.
- BALEY, C.H. 1995. The changes in flour incidental to aging. In: The chemistry of wheat flour. New York; The Chemical Catalog.co.
- BELITZ H. y GROSCH W.1997. Química de los alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España.
- BUCHANAN, R.L. 1991 Microbiological criteria for cooked ready to eat shrimp and crabmeat. Food Technol. 4: 157 – 160.
- BRUIN, A. de 1964. Investigation of the food value of quinua and cañihua seed. J. Food Sci., 29:872-876.

- CALDERON, V. y PASCUAL, A. 2000. Microbiología alimentaria metodología Analítica para alimentos y bebidas. Díaz de santos. Madrid, España.
- CARDENAS, M. 1969. Disertaciones botánicas y amenidades biológicas. Los amigos del libro. La Paz – Bolivia. 229 Pág.
- CIACCO, C. y CHANG, Y. 1982. Tecnologia de massas alimentícias. São Paulo: Secretaria da indústria, Comercio, Ciência y Tecnologia, 1982.187 p. (Serie tecnologia Agroindustrial, 8)
- CODEX COMMISSION ON FOOD HYGIENE. 1997. HACCP System and Guidelines for its Application. Annex to CAC/RCP 1- 1969, Rev. 3, in Codex Alimentarius Food Hygiene Basic Texts, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Word Health Organization, Rome.
- COLES, R; MCDOWELL, D.y KIRWAN M.J. 2004. Manual del Envasado de Alimentos y bebidas. Editorial Mundi-Prensa.
- CLARO. D.S.R. 2003. Qualidade tecnológica e estabilidade oxidativa de farinha de trigo e Fuvá irradiados. Tesis de Mestre em Ciencias, Area de Ciencia e Tecnologia de Alimentos. Piracicaba Estado de Sao Paulo Brasil.1-18p. Consultado el 18 de abril del 2005. Disponible en: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-27112003-095446>
- DE CALONI, I.B. y CRUZ – CAY, J. 1984. Elaboration and evaluation of typical Puerto Riean dishes prepared with mixture of plantain, cassava and tannier flour. J. Agri. Univ. P.R. 68(1) 67-64.

- DE DIOS, C., 1996. Secado de granos y secadoras. Santiago de Chile. Ed. Hemisferio Sur.
- DELGADO, F. 2001 Estrategias de Autodesarrollo y Gestión Sostenible del Territorio en Ecosistemas de Montaña”. AGRUCO
- DENDY, D. A. V. DOBRASZCAYK, B. S. Cereales y productos derivados. Química y tecnología.
- EGAN, H., KIRK, R.S. Y SAWYER, R., 1987. Análisis químico de los alimentos de Pearson, Ed.Continental, México.
- FAO/WHO. 1997. Codex Alimentarius Food Hygiene Basic Texts. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission.Pub.# M-83.
- FENNEMA, O. 2000. Química de los Alimentos. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza. España. Capítulos: 4,5,6,8 y 9.
- FRAZIER, W. y WESTHOFF, D. 1993. Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España.
- GARCIA, B.; LASTRETO A., MONTOYA A. 1981. Evaluación de la presencia de *Bacillus cereus* en un alimento infantil deshidratado Rev. Latinoamericana de microbiología. 23: -141-4.

- GERMANI, R. BENASSI, V.T.; CARVALHO, J.L.; WATANABE, E.; CAMPOS, J.E.; CARVALHO, C.W.P. Curso de controle da qualidade tecnológica do grão e da farinha de trigo. Rio de Janeiro; EMBRAPA, 1997. 60p.
- GUERRA, M. 2003. Efecto de los procesos tecnológicos en la calidad nutricional de cereales. CYTED Efecto del procesamiento sobre la calidad nutricional de los alimentos
- HERRERO ÁLAMO, L. (2000). Análisis sensorial de productos alimenticios. Metodología y aplicación al mercado español. MAPA: 113-133.
- HESSELTINE, C. W. 1968. Flour and Wheat: research on their microbiological flora. Baker's Digest, 42, 40-2, 66.
- HESSELTINE, C. W. and Graves, R. R. 1966. Microbiology of flours. Economic Botany, 20, 156-68.
- HILL, R. y LACEY, J. 1983. The microflora of ripening barley grain. In the UK. Transactions of the Mycological society.
- IBISCH, C.1996. Estudio del analisis para la comercializacion de la planta alimenticia andina *Chenopodium pallidicaule* Cañahua, en el Mercado Europeo. Prosana.
- ICMSF, 1998. Microorganismos de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- IFST. 1993. Shelf Life of Foods – Guidelines for its Determination and Prediction. Institute of Food Science & Technology (UK), London.

- JIMENEZ, J. 1978. Caracterización de las harinas de Cañihua .Lima –Perú UNALAM  
Tesis Agroindustrias.
- JOHNSON, A.H.; GREEN, J. Wheat and flours studies XVIII. A study of the nature of  
the acid responsible for the increase in acidity which occurs in flours  
during storage. Cereal Chemistry.
- KENT, N. 1975. Tecnología de cereales. Editorial Oxford Pergamon Press.
- KILCAST, D. Y SUBRAMANIAN P. 2000. The stability and Shelf- life of Food. Ed.  
CRC.& Woodhead Publishing Limited. Inglaterra. Chapter. 1.
- LABUZA, T. P. 1982. Shelf - life dating of foods & Nutrition Press. Wesport,  
Connecticut. USA, 999p.
- LATHAM, M.C. 2002 Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Colección FAO:  
Alimentación y nutrición N ° 29.
- LARRAÑAGA, I.; RODRÍGUEZ, M; CARBALLO, M. 1999. Control de calidad e  
higiene de los alimentos. Ed. Mc Graw- Hill.
- LEITAO, R.; GOLÇALVES, J.; EIROA, M.; GARCIA, E. 1990.Tecnologia de  
macarrão: manual técnico. Campinas: ITAL.
- LESCANO, J. 1994. Genética y mejoramiento de los cultivos alto andinos. Producciones  
CIMA, La Paz – Bolivia, 459 Pág.

- MAN, D. 2004. Caducidad de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España.
- MIRANDA, M.Y EL-DASH, A. 2002. Farinha integral de trigo germinado. 3. Características nutricionais e estabilidade de armazenamento. Ciência Tecnologia. Alimentos. Consultado el 18 de mayo del 2005. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101)
- MONTES, 1981. Bromatología. Tomo II. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- NZFSa, 2005. A Guide to Calculating the Shelf Life of Foods. New Zealand Food Safety Authority. Consultado el 25 de junio del 2005. Disponible en: <http://www.nzfsa.govt.nz>
- OLIVERA, R. 1997 Estudio etnobotánico e inmunonutricional de la kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). (prov. Bolívar), tesis Lic. Biología. UMSS; Facultad de Ciencias y tecnología; carrera de Biología. Cochabamba – Bolivia. 110 Pág.
- PEDRERO, D. 1989. Evaluación sensorial de los Alimentos y Métodos Analíticos. México- Editorial Alambra.
- POTTER, N. 1989. La Ciencia de los Alimentos. Editorial Edutex. México. Pp. 41-64.
- PIZZINATO, A. Qualidade de farinha de trigo: conceitos, fatores determinantes, parâmetros de avaliação e controle. Campinas : ITAL, 1997.62P.
- PINTO, R. 2000. Planeación estratégica de capacitación, elaboración del diagnóstico. Ed. McGraw Hill. México. 65 p.

- PREGNOLATTO, W. 1985. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos y físicos. 3 Ed. São Paulo.
- RANKEN, M.1993. Manual de Industrias de los alimentos. Ed. Acribia, S.A. 595-598, 631- 659.
- REPO-CARRASCO, R. 1988. Contenido de aminoácidos en algunos granos andinos. En: Avances en Alimentos y Nutrición Humana. Programa de Alimentos Enriquecidos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Publicación 01/91.
- REPO-CARRASCO, R. & N. Li Hoyos. 1993. Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol : 43(2): 168-175.
- SAN MARTIN, D. 1997. Practica Industrial Molinera del Oriente Modelo S.A. Tecnología de Alimentos. Santa Cruz-Bolivia.
- SANZ, B. 2001. Seguridad Alimentaria. Ponencia del II Congreso de Cooperativas Agrarias de Aragón. Teruel 29-30 de Noviembre. Actas publicadas por la Federación Aragonesa de Cooperativas Agrarias. Zaragoza 2001.
- SEMENIUK, G. 1954. Microflora, in Storage of Cereal Grains and Their Products, Monograph. Ser. 2. American Society of Cereal Chemists, St. Paul Minnesota.
- TAPIA, M. 1997. Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

VIETMEYER, N. 1984. Los cultivos olvidados de los incas. FAO. Roma – Italia. pp. 37-40.

WITTIG, E. 1981 Evaluación sensorial. Talleres Universidad de Santiago. Santiago. Chile. 124 p.

**ANEXOS**

## ANEXO 1

### PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

#### a) Recuento de microorganismos Bacterias Aerobias Mesófilas

**Principio:** Método de recuento en placas. Se utilizan para determinar el número de gérmenes por gramo o mililitro del alimento en estudio, partiendo de una “serie de diluciones decimales”, mediante el empleo de técnicas en placas de agar (CALDERON y PASCUAL, 1999).

#### **Materiales:**

- Placas petri estériles de 90mm.
- Pipetas de 10 y 1 ml.
- Asa de siembra estériles
- Estufa de cultivo
- Contador de colonias.

#### **Medio de cultivo:**

Agar nutritivo de recuento (Plata Count Agar. PCA).

#### b) Recuento total de mohos y levaduras

**Principio:** El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra en un medio selectivo específico, acidificado a un pH de 3,5 e incubado a una temperatura de  $25 \pm 1^\circ$  C, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos. Se emplea la técnica mas usual del recuento en placa de agar a partir de la “serie de diluciones” del producto.

**Materiales:**

- Tubos de ensayo de 16 ×160 mm.
- Gradilla
- Pipetas graduadas esteriles de 10 y 1 ml.
- Estufa de cultivo
- Probetas de 100 ml.

**Medios de cultivo:**

- Potato dextrosa agar (PDA).
- Ácido tartárico 10%.

**c) Coliformes totales**

**Principio:** Investigación y recuento en medio líquido, por medio del cálculo del número más probable (NMP) después de la incubación a 35 ° C de la muestra diluida en un medio líquido. El método se basa en que las bacterias coliformes, fermentan la lactosa incubadas a 35 ± 1° C durante 24 a 48 horas, resultando una producción de ácidos y gas el cual se manifiesta en las campanas de fermentación.

**Materiales:**

- Tubos de ensayo de 16 ×160 mm
- Campanas Durham
- Gradillas
- Pipetas estériles de 10 y 1 ml.
- Estufa de cultivo

**Medios de cultivo:**

- Caldo lactosado bilis verde brillante (Brilliant Green Bile Lactose: BGBL).

**d) Salmonella**

**Principio:** El presente método para la detección de Salmonella en alimentos, se basa en utilizar, habitualmente varias etapas:

- Preenriquecimiento, es el paso donde la muestra es enriquecida en un medio nutritivo no selectivo, que permite restaurar las células de Salmonella dañadas a una condición fisiológica estable.
- Enriquecimiento selectivo, empleado con el propósito de incrementar las poblaciones de Salmonella e inhibir otros organismos presentes en la muestra.
- Selección en medios sólidos, en este paso se utilizan medios selectivos que restringen el crecimiento de otros géneros diferentes a Salmonella y permite el reconocimiento visual de colonias sospechosas.
- Identificación bioquímica, este paso permite la identificación genérica de los cultivos de Salmonella y la eliminación de cultivos sospechosos falsos.
- Serotipificación, es una técnica serológica que permite la identificación específica de un cultivo.

**Material:**

- Matraces Erlenmeyer

- Pipetas esteriles de 10 y 1 ml
- Gradillas. Tubos de ensayo de 16×160mm.
- Asa de cultivo
- Placas petri de 90 mm.
- Estufa de cultivo

**Medios de Cultivo y reactivos:**

- Agua peptonada tamponada (BPW)
- Caldo Rappaport- Vassiliadis peptona de soja (RVS)
- Agar Hektoen
- Agar verde brillante rojo-fenol (BGA)
- Agar xilosa-lisina-desoxicolato (XLD)

**Nota:** *Salmonella* crece en XLD formando colonias rosas con centro negro salmón. En BGA las colonias de *salmonella* son rosas transparentes, rodeadas de un halo rojo, al no fermentar la lactosa virando el medio a un rosa intenso.

## **ANEXO 2**

### **PLAN DE TRABAJO PARA EL ANALISIS SENSORIAL**

#### **Introducción**

El análisis sensorial, es una ciencia multidisciplinaria, en la que se utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, no existiendo ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana, por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos.

#### **Metodología y técnicas**

Para la realización del análisis sensorial, primeramente se realizó la capacitación de los panelistas, en la Comunidad de Japo. Para este propósito se realizó el reconocimiento de olores, sabores y colores. Así también se presentaron diferentes formularios de prueba para ver cual de ellos se podría utilizar.

#### **Recursos**

- Recursos humanos
- Recursos materiales
  - Lápiz
  - Formularios de prueba
  - Cucharas desechables
  - Vasos desechables
  - Agua

## FORMULARIO DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre:.....

Fecha:.....

### Instrucciones:

Por favor antes de probar las muestras de pito de cañahua siga la secuencia de cada atributo a calificar en orden establecido. Los atributos serán calificados de acuerdo a su opinión basándose en la siguiente escala de calificación.

EXCELENTE (6PTOS)    MUY BUENO (5 PTOS.)    BUENO (4PTOS)  
REGULAR (3PTOS)    MALO (2PTOS)    RECHAZADO (1PTO)

ATRIBUTO / CLAVE	.....	.....	.....
1.Olor			
2. Color			
3. Sabor			

Comentarios:.....  
.....  
.....  
.....

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

### ANEXO 3

#### RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOQUIMICOS REALIZADOS EN LAS COMUNIDADES DE ESTUDIO

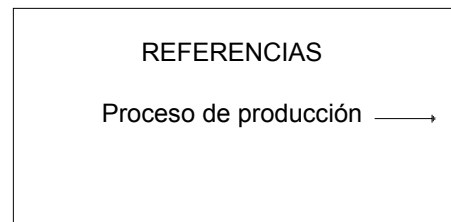
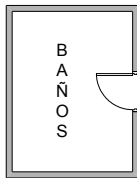
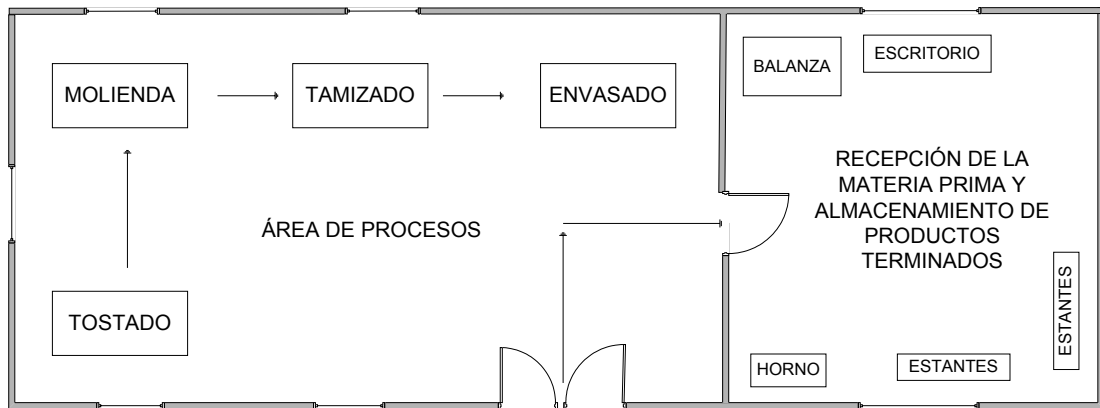
Parámetros	Comunidad de Japo <sup>(1)</sup>	Comunidad de Lacolaconi <sup>(1)</sup>
Humedad (%)	-	-
Proteína (%)	16.43	16.50
Grasa (%)	8.81	8.76
Ceniza (%)	2.73	2.77
Fibra (%)	7.30	7.76
Carbohidratos (%) <sup>(2)</sup>	64.73	64.21
Valor energético (Kcal./100g)	377.40	375.27

(1) Expresado como promedio de tres muestras

(2) Calculados por diferencia

## ANEXO 4

### OBRA CIVIL ACTUAL DEL ÁREA DE PROCESAMIENTO CON LA QUE CUENTA LA MICROEMPRESA DE LACOLACONI



## ANEXO 5

### SUGERENCIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

