

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS

### CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

---

Evaluación del efecto del pirofosfato ácido de sodio sobre las antocianinas en la elaboración de hojuelas de papa nativa (*Solanum andígena*) de tres variedades (*Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*).

---

Proyecto del Trabajo de Investigación de Graduación. Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI). Presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Este trabajo de investigación es parte del proyecto: “Desarrollo de tecnologías de almacenamiento y procesamiento de papa en la obtención de consumo local y exportación para alcanzar el fortalecimiento del consorcio de productores de papa del Ecuador”, auspiciado por el Centro de Investigaciones CENI-UTA

**Por:** Gabriela E. Analuisa Y.

**Tutor:** Ph.D. Milton Ramos

AMBATO – ECUADOR

2012

## APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Milton Ramos PhD.

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO SOBRE LAS ANTOCIANINAS EN LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA NATIVA (*SOLANUM ANDÍGENA*) DE TRES VARIEDADES (*PUCASHUNGO, YANASHUNGO Y YEMA DE HUEVO*)”**, de la egresada Gabriela Elizabeth Analuisa Yancha, estudiante de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato; considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Jurado Examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, 25 de Julio de 2012

.....  
Dr. Milton Ramos M. PhD.

TUTOR

## DECLARACIÓN, AUNTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Gabriela Elizabeth Analuisa Yancha declaro que:

Los criterios emitidos en el siguiente trabajo de investigación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO SOBRE LAS ANTOCIANINAS EN LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA NATIVA (*SOLANUM ANDÍGENA*) DE TRES VARIEDADES (*PUCASHUNGO, YANASHUNGO Y YEMA DE HUEVO*)”**, así también como los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, recomendaciones y propuesta son exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, 31 Julio de 2012

---

Gabriela E. Analuisa Y.

180415377-1

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Investigación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 31 Junio de 2010

Para constancia firman:

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## DEDICATORIA

*A mis padres, Hernán y Martha,  
por ser el pilar fundamental en todo  
lo que soy, en toda mi educación,  
tanto académica, como de la vida,  
por su incondicional apoyo  
mantenido a través del tiempo.*

*A mis hermanos: Patricia, Santiago,  
Paulina y Marco que me acompañaron  
a lo largo del camino,  
brindándome la fuerza necesaria  
para continuar y ayudándome  
en lo que fuera posible,  
dándome consejos y orientación.*

*A mis sobrinos, Estefanía y Joaquín,  
quienes con una sonrisa me ayudaron  
a salir adelante.*

*Gabriela Elizabeth*

## AGRADECIMIENTO

A Dios que me brindo sabiduría, amor y paciencia, me ayudo en los momentos más difíciles brindándome valores que me fortalecieron como personas.

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

A mis hermanos por su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida, por compartir momentos de alegría, tristeza y por demostrarme que siempre podre contar con ellos.

A los docentes en especial a la Ing. Mónica Silva y el Dr. Milton Ramos, que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación.

A mis más sinceros amigos, que han cruzado por cada una de las páginas escritas de mi vida. A aquellos que se hallan lejos de mi vida, que estuvieron y no se donde se encuentran, a los que tengo cerca, que están allí, cada vez que los necesito; los de mi niñez, adolescencia y madurez; a los que ya no veo con frecuencia y a los que veo día a día; a los que siempre llevo en mi mente, y a los que en mi pensamiento muchas veces, no se me vienen; a los que han estado en los momentos difíciles y a los que siempre comparten conmigo una sonrisa; a los que por causa ajena ofendí y herí, y a los que tal vez, me hicieron brotar lágrimas en mi rostro; aquellos con los que aprendí grandes lecciones, y a los que ojala le haya dejado algo de mi esencia. Doy gracias a aquellos amigos, que han estado ahí cuando me e sentido triste y sola, que con una palabra, me han dado aliento del bueno, que cuando e querido distanciarme han estado ahí, para hacerme compañía, siempre con una sonrisa y prestando su hombro, para ser muletas, que muchas veces uno necesita.

Mil gracias por haber estado en mi vida, gracias a cada uno de ustedes, por dejarme estar o haber estado, en cada una de sus historias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xviii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xx

## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I EL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.1.1 MACRO CONTEXTO.....	1
1.2.1.2 MESO CONTEXTO.....	3
1.2.1.3 MICRO CONTEXTO.....	4
1.2.2 ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	8
1.2.2.1 ANÁLISIS CRÍTICO.....	9
1.2.3 PROGNOSIS.....	9
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES.....	10
1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	11
1.4 OBJETIVOS.....	12

1.4.1 GENERAL.....	12
1.4.2 ESPECÍFICOS.....	13
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	14
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	17
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO – CIENTÍFICA.....	18
2.3.1 ACEITE.....	22
2.3.1.1 ESPECIFICACIONES PARA EL ACEITE DE FRITURA.....	22
2.3.1.2 EQUIPOS DE FRITURA.....	24
2.3.1.3 BUENAS PRÁCTICAS EN LA FRITURA.....	25
2.3.1.4 PRINCIPALES ALTERACIONES DEL ACEITE.....	26
2.3.1.5 ÍNDICE DE PERÓXIDO.....	28
2.3.2 VÍDA ÚTIL DEL PRODUCTO.....	30
2.3.3 ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA.....	31
2.4 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	33
2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	35
2.5.1 CONSTELACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.....	36
2.5.2 CONSTELACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	37
2.5.3 DESARROLLO DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE...38	
2.5.3.1 ALIMENTOS PROCESADOS.....	38
2.5.3.2 PRODUCTOS QUÍMICOS PARA ALIMENTOS.....	38
2.5.3.3 CONSERVANTES ALIMENTICIOS.....	39



2.5.3.4 EFECTO DEL PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO.....	39
2.5.4 DESARROLLO DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	41
2.5.4.1 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....	41
2.5.4.2 ESTRUCTURA DE LA PAPA.....	41
2.5.4.3 COMPUESTOS FENÓLICOS.....	46
2.5.4.4 ANTOCIANINAS EN LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA.....	47
2.5.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA NATIVA.....	52
2.5.5.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA NATIVA.....	52
2.5.5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA NATIVA...	53
2.6 HIPÓTESIS.....	55
2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	55
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....</b>	<b>56</b>
3.1 ENFOQUE.....	56
3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	56
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	57
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	58
3.4.1 POBLACIÓN.....	58
3.4.2 MUESTRA.....	59
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	60
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	62
3.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	64
<b>CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>65</b>
4.1 RESULTADOS.....	65
4.1.1 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS.....	65
4.1.1.1 HUMEDAD.....	65
4.1.1.2 SÓLIDOS TOTALES.....	66

4.1.1.3 ACIDEZ.....	67
4.1.1.4 PH.....	68
4.1.1.5 VITAMINA C.....	69
4.1.1.6 AZÚCARES REDUCTORES.....	70
4.1.1.7 ANTOCIANINAS.....	71
4.1.2 ACIDEZ, ÍNDICE DE ACIDEZ E ÍNDICE DE PERÓXIDO DEL ACEITE RESULTANTE DE LA FRITURA.....	73
4.1.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS SENSORIALES DE LAS HOJUELAS DE PAPA NATIVA.....	74
4.1.3.1 COLOR.....	75
4.1.3.2 OLOR.....	76
4.1.3.3 SABOR.....	78
4.1.3.4 TEXTURA.....	80
4.1.3.5 ACEPTABILIDAD.....	82
4.1.4 DETERMINACIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO.....	83
4.1.4.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL MEJOR TRATAMIENTO DURANTE EL ALMACENAMIENTO A TEMPERATURA AMBIENTE.....	85
4.1.4.1.1 AERÓBIOS MESÓFILO.....	85
4.1.4.1.2 MOHOS Y LEVADURAS.....	86
4.1.4.1.3 COLIFORMES Y <i>E. COLI</i> .....	88
4.1.4.2 DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS HOJUELAS DE PAPA NATIVA VARIEDAD <i>PUCASHUNGO</i> CON PRETRATAMIENTO AL 0,50% DE PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO.....	89
4.1.4.3 ANALISIS PROXIMAS DE HOJUELAS NATIVAS DE LA VARIEDAD <i>PUCASHUNGO</i> AL 0,50% DE PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO.....	91
4.1.4.4 RENDIMIENTO Y COSTO DEL PRODUCTO..	93
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	95
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>96</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	96

5.2 RECOMENDACIONES.....	98
<b>CAPÍTULO VI PROPUESTA.....</b>	<b>100</b>
6.1 TEMA.....	100
6.2 DATOS INFORMATIVOS.....	100
6.3 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	100
6.4 JUSTIFICACIÓN.....	101
6.5 OBJETIVOS.....	102
6.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	103
6.7 FUNDAMENTACIÓN.....	104
6.8 METODOLOGÍA DEL MODELO OPERATIVO.....	112
6.9 ADMINISTRACIÓN.....	114
6.10 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	114
<b>CAPÍTULO VII MATERIALES DE REFERENCIA.....</b>	<b>115</b>
7.1 BIBLIOGRAFÍA.....	115
7.2 WEBGRAFÍA.....	118
ANEXO A.....	125
DATOS EXPERIMENTALES.....	125
ANEXO B.....	153
ANÁLISIS ESTADÍSTICO (VARIANZA).....	153
ANEXO C.....	162
ANÁLISIS ESTADÍSTICO (PRUEBA DE TUCKEY).....	162
ANEXO D.....	173
GRÁFICOS.....	173
ANEXO E.....	182
RENDIMIENTO Y COSTO DEL PRODUCTO.....	182

ANEXO F.....	187
NORMAS TÉCNICAS.....	187
ANEXO G.....	206
FOTOGRAFÍAS.....	206
ANEXO H.....	209
HOJA DE CATA.....	209

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**TEMA:** Evaluación del efecto del pirofosfato ácido de sodio sobre las antocianinas en la elaboración de hojuelas de papa nativa (*Solanum andígena*) de tres variedades (*Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*).

**Autor:** Gabriela Analuisa

**Tutor:** PhD Milton Ramos

### RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del estudio fue evaluar el contenido de antocianinas en hojuelas de papa nativa de las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*, para lo cual se sometió a las hojuelas a un pretratamiento con pirofosfato ácido de sodio reduciendo la pérdida de antocianinas después de la fritura. Los factores de estudio fueron el factor A: Variedad de papa nativa,  $a_0 = \text{Pucashungo}$ ,  $a_1 = \text{Yanashungo}$  y  $a_2 = \text{Yema de huevo}$ ; y factor B: porcentaje de pirofosfato ácido de sodio,  $b_0 = 0.10\%$ ,  $b_1 = 0.15\%$ ,  $b_2 = 0.25\%$  y  $b_3 = 0.50\%$ , se realizaron análisis físico-químicos (humedad, sólidos totales, pH, acidez, vitamina C, azúcares reductores y antocianinas), microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras, coliformes y *E.coli*) y sensoriales (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad). Los resultados permitieron determinar estadísticamente al mejor tratamiento, la combinación  $a_0b_3$  que corresponde a *Pucashungo* – 0,50% pirofosfato ácido de sodio, debido a que presentó alto contenido de antocianinas (0,0177 nmoles de glucósido/g de papa), bajo porcentaje de azúcares reductores (0,017%) y buena aceptabilidad. El mejor tratamiento fue sometido a un análisis proximal, tiempo de vida útil, rendimiento y costo del producto. El tiempo de vida útil, fue de 41 días a una temperatura ambiente. Las hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con 0,50% pirofosfato ácido de sodio posee la siguiente composición nutricional: proteína 6.24%, grasa 33.84%, ceniza 3.50%, humedad 2.53% y carbohidratos 53.89%. El rendimiento del proceso fue del 52,37% en base al balance de materiales realizado y el costo unitario de producción de una funda de hojuelas de papa nativa de 50 g fue de 0,44 USD\$ con una utilidad del 15%.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN**

Evaluación del efecto del pirofosfato ácido de sodio sobre las antocianinas en la elaboración de hojuelas de papa nativa (*Solanum andígena*) de tres variedades (*Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*).

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Alteración del color de las hojuelas de papas nativas durante la fritura.

##### **1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN**

###### **1.2.1.1 MACRO CONTEXTO**

Muchnik W. y Tejo J. (1990), concluían que: en cuanto a la utilización de la papa en los mercados mundiales, ésta se ha desplazado hacia la obtención de productos procesados, y han perdido importancia paulatinamente los mercados tradicionales de papa fresca y los destinados a la alimentación animal. A comienzos de los años sesenta, 4% de la producción era destinada al procesamiento o a alguna transformación agroindustrial, hoy día ese porcentaje se eleva a 7%. Aun cuando la información es bastante insuficiente, es posible afirmar, sin embargo, que la tendencia es hacia la mayor elaboración del producto para cubrir una demanda que se pronuncia cada vez más por el consumo masivo de productos procesados.

Según Keijbets, M.J.H. (2009), la transformación de la papa en productos para el consumo es una actividad importante en los últimos 50 años.

Cerca de 30 millones de toneladas de papas (casi el 10% de la cosecha mundial) se convierten anualmente en productos para el consumo, principalmente en la Unión Europea y América del Norte. En adición, el volumen total de procesamiento de papa durante el año 2006 fue de 30 millones de toneladas, es decir, el 9.5% de los cultivos de papa del mundo. Actualmente es una cifra mayor. El primer productor de papa del mundo, China, ha tenido un rápido desarrollo de la industria procesadora: dos plantas modernas de bastones, 20 de hojuelas y tres de flakes de papa (Keijbets, M., 2009).

Según Napolitano G. *et al* (2011), otro mercado creciente es el de la India, tercer productor mundial, donde se inauguró en el 2007 una fábrica de bastones con capacidad para 40.000 toneladas; allí existen también plantas en producción de papa en hojuelas y flakes. En el 2005, cerca del 5% de la producción de papa en la India fue procesado, lo que equivale a 1.3 millones de toneladas.

Las hojuelas de papa (chips) han tenido un desarrollo similar, aunque en dicho negocio son varias las empresas activas a nivel local. En los Estados Unidos, por ejemplo, 92 empresas procesaron más de tres millones de toneladas durante el 2006 (Lucier and Dettmann, 2008).

En el mercado norteamericano sigue la tendencia mundial de consumir más papa procesada. Las papas congeladas para fritura y hojuelas tienen tasas de crecimiento positiva como se observa en el cuadro 1.

**CUADRO 1. CONSUMO PER-CÁPITA DE HOJUELAS DE PAPA EN ESTADOS UNIDOS**

CONCEPTO	2002	2003	2004	2005	2006	PROMEDIO
<b>Producción*</b> (TM)	780706,8	798184,8	757028,2	771089,8	1013554,1	824130,7
<b>Importaciones</b> (TM)	16480,8	27450,4	34005,4	32000,4	27596,4	27506,7
<b>Exportaciones</b> (TM)	73097,3	56015,6	69027,2	68939,3	59983,9	65412,7
<b>Consumo de hojuelas</b>	724180,3	769619,9	722006,3	734150,9	981166,6	786224,7
<b>Consumo per-cápita (kg)</b>	2,5	2,6	2,5	2,5	3,3	

\*Se aplicó equivalencia de 3 kg de papa fresca a 1 kg de papa para hojuelas.

**Fuente:** Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).

**1.2.1.2 MESO CONTEXTO**

Las Cadenas Productivas Agrícolas de Calidad (CAPAC, 2001), señalan que a nivel del entorno internacional se tienen varias líneas de productos procesados (Cuadro 2): papa en hojuelas, papa pre-cocida, congelada, puré y almidón, de los cuales los dos primeros productos requieren un proceso de elaboración más tecnificado, mientras que los productos restantes son elaborados artesanalmente.

**CUADRO 2. PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL EN LATINOAMÉRICA. 2001**

PAIS	PROD. TOTAL (TM)	AGROINDUSTRIA (TM)	
<b>PERU</b>	3'200.000	70.000	Papa precocida, hojuelas.
<b>ARGENTINA</b>	2'050.000	307.500	Papa precocida, hojuelas, puré.
<b>COLOMBIA</b>	2'700.000	241.010	Papa precocida, hojuelas.
<b>MEXICO</b>	1'393.000	104.475	Papa precocida, hojuelas.
<b>BOLIVIA</b>	783.000	1.570	Hojuelas.

**Fuente:** [http://www.capacperu.org/dgpa/dgpa\\_04\\_agroindustria.htm](http://www.capacperu.org/dgpa/dgpa_04_agroindustria.htm)



Mayer, E. (1979), señala que en Perú, la producción de hojuelas de papa empezó a nivel artesanal. A partir de los años 70, tres empresas producían este producto para el mercado nacional. Las variedades con las mejores propiedades de fritura eran Ticahuasi y Mariva, variedades mejoradas que se conseguían en el mercado mayorista. La creciente demanda de hojuelas generó una ampliación de la producción de estas variedades. A la vez, la competencia entre las empresas por abastecerse de estas variedades indujo a los intermediarios a especializarse en su compra en la Sierra para luego venderla a las empresas. En 1988, la empresa Karinto S.A. estableció los primeros contactos directos con los productores de papa con el fin de mejorar su adquisición de materia prima. La zona de producción escogida fue el valle interandino del Mantaro, a 7 horas de distancia de Lima, con una altitud de 3300 metros, donde la producción de papa siempre ha sido una actividad principal, sobre todo en la producción de semilla para la costa.

En Perú, el CIP-INCOPIA ha venido desarrollando y aplicando el Enfoque Participativo en Cadenas Productivas (EPCP), el cual apunta a crear nuevas oportunidades de negocio a favor de los pequeños productores de papa en el Perú. Luego de una fase de diagnóstico de la cadena productiva, se analizaron las oportunidades de negocios: existentes y potenciales, desarrollándose nuevos sistemas de mercadeo y productos. Uno de estos nuevos productos fue: hojuelas hechas en base de papas nativas amarillas, cultivadas en las alturas de los Andes.

### **1.2.1.3 MICRO CONTEXTO**

La industrialización de la papa en el país se ha desarrollado en el ámbito de la producción de hojuelas o chips, tanto a nivel de grandes industrias como de industrias artesanales. Las grandes empresas funcionan con capital transnacional, así: Fritolay, Nutrinisa y Ecomsa, entre las más conocidas, ofertando al mercado productos amparados con una marca, sin embargo estos

productos compiten con la producción informal de hojuelas de papa, que por su naturaleza mantiene precios menores. Las variedades más demandadas para este fin son: Frypapa, Capiro, Superchola, María y Santa Catalina. Las grandes industrias de procesamiento de papa, cuentan con un sistema de aprovisionamiento de papa directamente de productores; debido a que sus requerimientos de calidad son altos mantienen contratos principalmente con grandes productores de papa, sin embargo representan un canal de venta para la mayoría de empresas de pequeños productores.

El Consorcio de Pequeños Productores de Papa (CONPAPA, 2007), menciona que la industrialización del tubérculo en el país se ha desarrollado en el ámbito de la producción de hojuelas o chips. Tuvo su inicio en la década pasada en pequeños negocios artesanales a nivel familiar; posteriormente se incorporaron varias empresas como: Fritolay, Nutrinisa y Ecomsa. El Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP), con el apoyo de Papa Andina, está explorando opciones de incentivar la producción y nuevos usos de papas nativas en Ecuador.

Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades del Consorcio CONPAPA en el Ecuador

El INIAP (2011) se ha planteado el reto de rescatar y revalorizar a las papas nativas, aprovechando las condiciones agronómicas, organolépticas, y nutricionales para promover su consumo. Al proceso se une la empresa Inalproces, la cual ha desarrollado dos productos en base a papas nativas ecuatorianas *Pucashungo* (corazón rojo) y *Yanashungo* (corazón negro), que saldrán al mercado como: Papas Nativas Andinas Kiwa (hojuelas de papa) y, las Papas Nativas Andinas de Colores para consumo en fresco. Este producto tiene la particularidad de presentar hojuelas/chips rojos y azules, debido a pigmentos naturales que tienen estas variedades. El lanzamiento de estos tubérculos se desarrolló en Quito con la participación de los productores de estos alimentos. Su comercialización se la realizará en la cadena Supermaxi y en varios supermercados de Quito.

El PNRT-Papa, el CONPAPA y algunas empresas privadas determinaron que el mercado de hojuelas de variedades de papas nativas de pulpa coloreada (o simplemente hojuelas de colores) es atractivo y de alta competencia, por lo que se vio necesario desarrollar un producto con características diferentes a los que existen en el mercado. Se han seleccionado una variedad nativa (*Tushpa*) y dos clones mejorados de nativas (llamados 'novo nativas' o 'súper nativas': conocido como *Pucashungo* y *Yanashungo*) (Yumisaca et al., 2010). Se realizaron dos sondeos rápidos de mercados en tiendas y colegios en las ciudades de Quito y Ambato, encontrando que el 90% de los entrevistados está dispuesto a comprar hojuelas de papas nativas por su sabor y sus colores diferentes y llamativos.

Tomando en cuenta que hay demanda e interés por hojuelas de colores, el CONPAPA de la provincia de Tungurahua ha adquirido maquinaria para producir alrededor de 5000 bolsas de 30 g de hojuelas de colores al mes, para atender la demanda de tiendas y bares de centros educativos de las ciudades de Ambato, Riobamba y Guaranda.

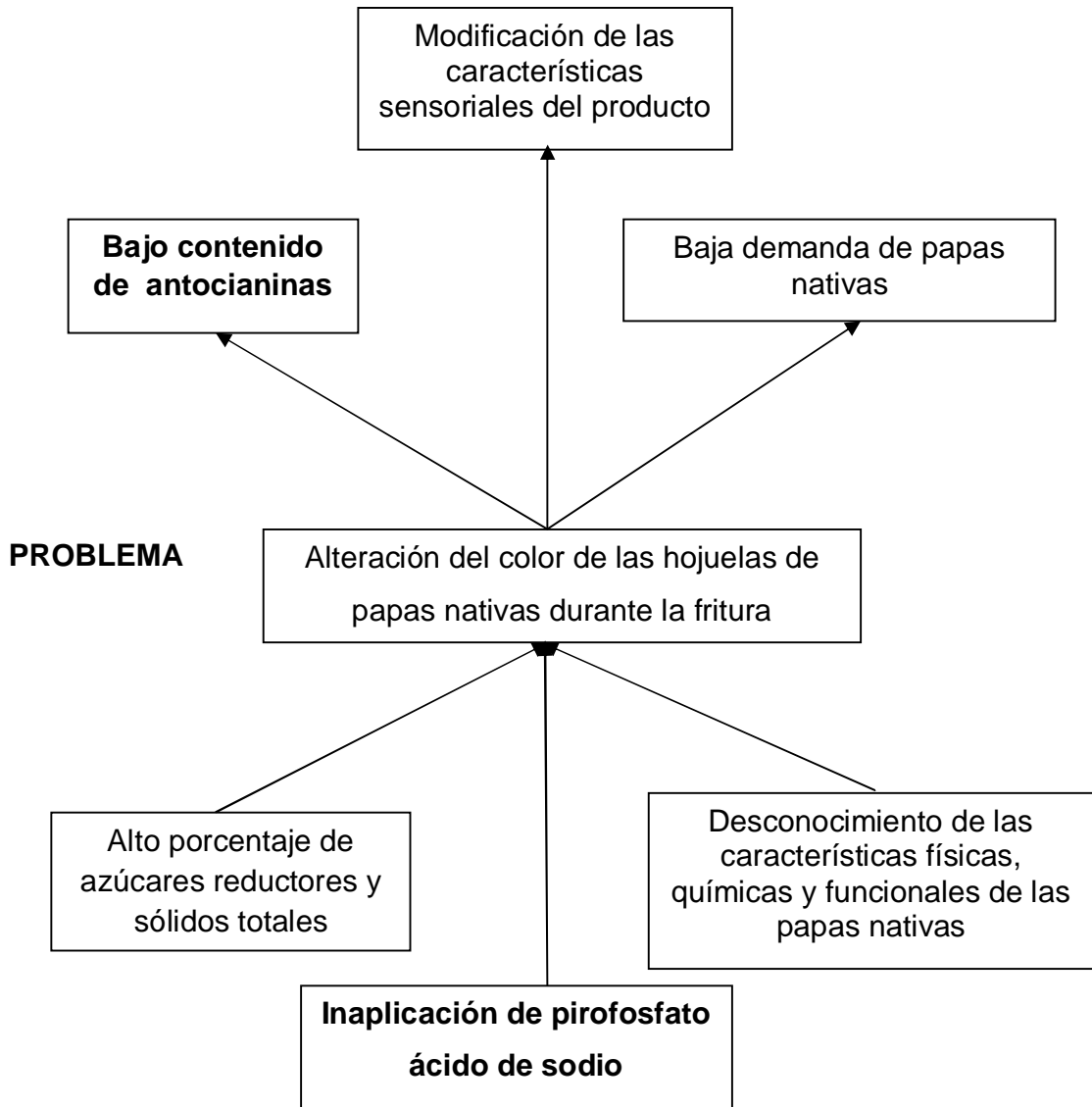
Para tener una visión general del comportamiento del mercado de hojuelas fritas de colores y determinar su nivel de aceptación, se realizó un sondeo de mercados, en el año 2008, con 250 estudiantes y personal docente de 5 colegios de Quito, comprendidos entre los 12 y los 62 años de edad. Se realizaron encuestas formales y se entregó muestras de hojuelas fritas de colores de los cultivares evaluados y un testigo (marca comercial más difundida) para medir la aceptabilidad de las hojuelas fritas. El 90% de los entrevistados mencionó que están dispuestos a comprar hojuelas de papas nativas porque son "ricas" (53%), tienen colores diferentes y llamativos (37%) y porque son ecuatorianas (10%). El color es un aspecto que resultó muy llamativo para la muestra de hojuelas de colores respecto al testigo, mientras que, respecto al contenido de grasa, el testigo obtuvo mayor aceptación (Monteros, 2008).

Como fruto del trabajo previo, mencionado anteriormente, en el 2010, se firmó un convenio para el abastecimiento de INIAP-Yana Shungo e INIAP-Puca Shungo por parte del CONPAPA para la elaboración y comercialización de hojuelas de papa por parte de la empresa Inalproces. En 2011 se lanzó el producto comercial Papas Nativas Andinas KIWA (hojuelas de colores) (Espinoza *et al.*, 2011).

Martí H. (2009), menciona que las hojuelas o chips fritos, similares a los fabricados con papa, son un producto muy difundido en varios países. Durante mucho tiempo su fabricación estuvo limitada por problemas derivados del contenido de azúcar de la batata, como oscurecimiento antes de freír, pardeamiento durante la fritura, u otros como alta retención de aceite y que resultaban poco crocantes. Esos problemas se han superado y con la tecnología de la que se dispone actualmente se pueden obtener hojuelas de excelente calidad. El primer paso es lavar las batatas, las que luego pueden o no ser peladas. Es común que los chips de batatas de cáscara morada se procesen sin pelar, quedando de esta forma un halo coloreado rodeando al chip que lo hace más atractivo visualmente, especialmente cuando la pulpa es amarilla y tiene manchas púrpuras o moradas en el centro. Posteriormente las batatas se cortan en rodajas de unos 1,5 a 2 mm de espesor y se escaldan en agua a 95 °C. Es común agregar al agua de escaldado pirofosfato de sodio para evitar alteraciones del color de los chips al freírlos.

## 1.2.2 ÁRBOL DE PROBLEMAS

### EFFECTOS (VARIABLE DEPENDIENTE)



### CAUSAS (VARIABLE INDEPENDIENTE)

**GRÁFICO 1.-** Relación Causa - Efecto

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa, 2010

### **1.2.2.1 Análisis Crítico**

La alteración del color de las hojuelas de papas nativas durante la fritura es el problema ocasionado por la inaplicación de pirofosfato ácido de sodio teniendo como efecto el bajo contenido de antocianinas; así como la modificación de las características sensoriales. Las causas de lo mencionado anteriormente puede deberse al alto contenido de azúcares reductores y sólidos totales, al inadecuado proceso de fritura o desconocimiento de las características físicas, químicas y funcionales de las papas nativas, por lo que se plantea la utilización de un producto químico conocido como pirofosfato ácido de sodio; al adicionar este químico antes de la fritura disminuye el pH de las hojuelas, lo que tiene una marcada influencia en el color determinado por las antocianinas. Se conoce que con un pH bajo (3), las soluciones de antocianinas muestran una coloración roja más intensa, al incrementar los valores de pH de dichas soluciones el color normalmente va desvaneciendo hasta llegar a un punto en que desaparece el color en el rango de 4 a 5. Incrementos más altos en el valor de pH otorgan a la solución colores de la gama de los púrpuras o azules. La disminución del pH, tiene un efecto estabilizante sobre los antocianos, particularmente en presencia de oxígeno. Esto puede explicarse porque el equilibrio, entre la forma catiónica coloreada y la pseudobase incolora, se desplaza hacia la primera, que es mucho más estable.

### **1.2.3 PROGNOSIS**

Al no evaluar el efecto del pirofosfato ácido de sodio sobre las antocianinas en la elaboración de hojuelas de papa nativa (*Solanum andígena*) de tres variedades coloreadas (*Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*) se contribuye a que el porcentaje de personas que sufren enfermedades relacionadas con el envejecimiento aumente, ya que según la Red Peruana de Alimentación y Nutrición (RPAN, 2008) las papas coloreadas contienen mayor cantidad de antioxidantes, también poseen potasio, especialmente en la

cáscara, y cantidades moderadas de fósforo, cloro, azufre, magnesio y hierro. Además, se señala que entre más intenso es el color rojo o morado de la piel o pulpa, las variedades presentan mayor contenido de polifenoles.

En conclusión, al no promoverse el consumo de papas nativas coloreadas se desperdicia su calidad nutricional, su resistencia a enfermedades y no se rescata las variedades nativas que son un tesoro escondido.

#### **1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el efecto del pirofosfato ácido de sodio sobre las antocianinas en la elaboración de hojuelas de papa nativa (*Solanum andígena*) de tres variedades coloreadas (*Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*)?

#### **1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES**

- ¿El uso de pirofosfato ácido de sodio tendrá influencia en el contenido de antocianinas de las hojuelas de papas nativas?
- ¿Cuáles serán las características físicas de las papas nativas procesadas en hojuelas fritas?
- ¿Existe algún nivel específico de pirofosfato ácido de sodio que de solución al problema de degradación de las antocianinas antes y después de la fritura?

#### **1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

**Delimitación de contenidos:**

**Campo:** Alimentos.

- Área:** Uso de pirofosfato ácido de sodio.
- Aspecto:** Antocianinas presentes en hojuelas de papas nativas coloreadas (*Pucashungo, Yanashungo y Yema de huevo*).
- Delimitación temporal:** La presente Investigación se realizó desde Octubre de 2010 a Octubre de 2011.
- Delimitación espacial:** El presente proyecto de investigación se ejecutará en la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, en los Laboratorios de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Se menciona que investigaciones desarrolladas sobre nutrición humana y envejecimiento en los Estados Unidos, reportan que los alimentos con alto contenido de antioxidantes, denominados alimentos ORAC (Oxygen Radical Adsorbance Capacity), pueden contribuir a reducir los daños por oxidación de las células, retardando procesos de envejecimiento del cuerpo y del cerebro.

Algunos estudios han revelado que los niveles de antioxidantes en las papas de pulpa roja o morada (característica de muchos cultivares nativos), fueron dos o tres veces mayores que en las papas blancas. El contenido total de antocianinas en las papas con pulpa roja y azul varía entre 5 a 35 mg/100 g de peso fresco; y su contenido en peso seco se ubica entre el de las fresas y las cerezas.

Se menciona que las antocianinas pertenecen a un enorme grupo de compuestos denominados polifenoles, de los cuales los flavonoides, presentes en ciertos alimentos vegetales de colores morados y rojos, actúan como antioxidantes, protegiendo al cuerpo humano del efecto dañino de los radicales



libres. Mientras que los micronutrientes antioxidantes, antocianinas, carotenoides, vitamina C y polifenoles, juegan un papel importante en la defensa contra el cáncer, a más de proporcionar efectos curativos y medicinales.

Entonces, la determinación del grado de pérdida de antocianinas antes y después de la fritura, constituye un parámetro importante de estudio que permite establecer el valor nutricional que tienen las papas nativas fritas tipo hojuelas, y que no solo sería para consumo interno sino para exportar, lo cual constituiría uno de los pilares para el desarrollo de la sierra andina, de sus productores, que son los campesinos más pobres.

El desconocimiento del valor nutricional de las papas nativas, especialmente en las zonas urbanas, ha imposibilitado su consumo, siendo importante rescatar el consumo de estas variedades en la población. Por lo tanto, el presente proyecto pretende motivar el consumo de papas nativas al desarrollar una tecnología de procesamiento de papas nativas en forma de hojuelas y enfocar principalmente el cambio que ocurre a nivel de las antocianinas naturales, mismas que tienen propiedades anti cancerígenas y evitan el envejecimiento prematuro.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 GENERAL**

- Evaluar el efecto del pirofosfato ácido de sodio en la degradación de antocianinas en la elaboración de hojuelas de papa nativa (*Solanum andígena*) de las variedades Pucashungo, Yanashungo y Yema de huevo.

#### 1.4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración apropiada de pirofosfato ácido de sodio para controlar la reducción de antocianinas en las hojuelas de papas nativas.
- Establecer el tiempo de vida útil en el mejor tratamiento mediante el análisis del índice de peróxido.
- Proponer el diseño de un seminario – taller sobre la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50% para el Consorcio de Pequeños Productores de Papa (CONPAPA).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Al revisar investigaciones previas que sirvan de soporte al nuevo estudio se pueden citar los siguientes trabajos:

Contreras A. *et al* (2004), mencionan que en el Encuentro Iberoamericano de la Papa, realizado en Valdivia, los investigadores compartieron con productores nacionales y científicos extranjeros una serie de proyectos y se plantearon nuevos desafíos para conservar el patrimonio genético de las papas chilotas, mejorar su calidad para exportarlas e incrementar el consumo interno, porque actualmente el mercado nacional es controlado por variedades introducidas desde Holanda, Canadá, Alemania y Estados Unidos.

Cuesta X. *et al* (2010), indican que en la Estación Experimental Andenes INIA Cusco se han realizado investigaciones en papas nativas, de las cuales se ha obtenido productos procesados (chips, hojuelas, pre-cocidos, papa seca, almidón, harinas) en algunas variedades de papas.

Monteros C. (2010), determinó el potencial de mercado de chips de colores de papas nativas en Quito - Ecuador.

Silva M. y Sarabia S. (2005), en la investigación realizada en aceites reutilizados para la fritura de comidas rápidas, recomiendan que la temperatura de fritura no debe pasar de los 180°C en papas en forma de bastón variedad Fri papa.

Cuevas *et al* (2008), señalan que las antocianinas son más estables en un medio ácido que en un alcalino. En medio ácido la forma predominante es la del ión flavilio, el cual da el color rojo, cuando ésta es sometida a pH básico o alcalino, el ión flavilio es susceptible al ataque nucleofílico por parte del agua, produciéndose la pseudobase carbinol, esto es a pH 4,5, y seguido se forma la chalcona, las dos formas son incoloras. Conociendo esto, las antocianinas tienen su máxima expresión de color a pH ácidos, y su forma incolora a pH neutro o alcalino, debido a esta característica se utilizan a las antocianinas a pH ácido o ligeramente neutro en la industria alimenticia.

CONPAPA (2010), menciona que la mayor parte de la producción de papas nativas se encuentra en Tungurahua, Bolívar y Chimborazo, en lo referente a las variedades Pucashungo, Yanashungo y Yema de huevo. Las características más importantes que presentan son: se cultivan en condiciones ambientales severas, resisten a enfermedades y estreses abióticos dentro de la misma parcela de cultivo, siendo papas cultivadas en forma orgánica por el no uso de pesticidas por lo que posibilitan el consumo de su cáscara que posee nutrientes, especialmente fibra que ayuda a un mejor funcionamiento del tracto digestivo.

El INIAP, conjuntamente con el CONPAPA, y los proyectos Papa Andina-Innovandes del CIP, y el Proyecto Fontagro, se han propuesto conservar y revalorizar el cultivo de papas nativas, a través de su incorporación en cadenas de valor, mediante el desarrollo de productos con valor agregado y la promoción de su cultivo y consumo. Cuisine Standard (2011).

Badui *et al*. (2006) indican que el aceite de palma ha llegado a ser uno de los aceites vegetales más empleados en diversas aplicaciones debido a sus buenas cualidades y propiedades. A partir de su fraccionamiento se obtienen dos fracciones: una líquida (Oleína) y una dura (Estearina). La oleína es la fracción más utilizada, es completamente líquida a temperatura ambiente en

climas templados. En este sentido, podemos distinguir el proceso de fritura en profundidad; el cual es uno de los más antiguos de preparación de alimentos, donde se usan las grasas y aceites como medio de transferencia de calor. Por décadas, los consumidores han preferido productos fritos a profundidad por la combinación entre su sabor y textura, la cual es única en estos alimentos, siendo las industrias procesadoras de dichos alimentos las principales usuarias de la oleína de palma.

Metha *et al.* (2001), mencionan que cuando un alimento, como las patatas, es cocido a fritura en profundidad, la energía es transferida desde el elemento calentado a la grasa y luego desde la grasa calentada hasta la superficie original de las patatas inmersas en el aceite. En resumen, es un método de deshidratación controlada donde ocurre un oscurecimiento del alimento con aceites calientes como medio de transferencia de masa y calor.

Soriano *et al.* (2002), citan que el producto frito absorbe una elevada cantidad de la grasa que constituye el medio de fritura, y acumula una cierta proporción de compuestos de alteración. Dichos compuestos, por encima de ciertas concentraciones, pueden afectar la calidad del alimento ya que los aceites y grasas comestibles empleados, sufren termo degradación cuando se someten a elevadas temperaturas y son utilizados de forma persistente generando sustancias tóxicas con presumible potencial carcinógeno, encontrándose entre ellos los compuestos polares.

Arthey, D. y Dennis, C. (1992), en la publicación "Procesado de Hortalizas", describen las etapas de fritura: la primera, se evapora el agua libre de la superficie y de los macro y microcapilares a velocidad constante. En la segunda etapa se desplaza la zona de evaporación al interior del producto disminuyendo la velocidad de evaporación de agua. Además a temperaturas menores a 160°C, se produce una capa exterior deshidratada y saturada de grasa. Esta etapa opone gran resistencia a la penetración del calor en el

producto. Además, mencionan que el tiempo de la fritura depende de: variedad y tamaño del producto, se indica que la temperatura óptima del aceite para la fritura es de 140 a 180°C. Las temperaturas demasiado bajas prolongan el tiempo de fritura, temperaturas altas aumentan las reacciones de oscurecimiento de la superficie del producto. Además se establece que la instalación para freír debe ser de acero inoxidable, para evitar la influencia catalítica de los iones de los metales pesados. Señalándose además que la proporción óptima de las papas con respecto al aceite es 1:20.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

El presente proyecto de investigación se basa en el paradigma Naturalista (Ríos F., 2004) que se caracteriza por el alto interés, por la verificación del conocimiento a través de predicciones. Algunos lo llaman el paradigma prediccionista, ya que lo importante es plantearse una serie de hipótesis como predecir que algo va a suceder y luego verificarlo o comprobarlo. En las ciencias exactas y naturales es en donde tiene mayor aplicación. En ciencias sociales esto no es tan sencillo.

También se cimienta en el Positivismo que acepta como único conocimiento válido al conocimiento verificable, medible y visible. El Positivismo no acepta la pertinencia de otras perspectivas, de otros procedimientos metodológicos y otros tipos de conocimientos de interpretación de la realidad; lo que importa para el positivista es la cuantificación y medir una serie de repeticiones que llegan a constituirse en tendencias, a plantear nuevas hipótesis y a construir teorías, todo fundamentado en el conocimiento cuantitativo. Los aspectos cuantitativos están sólidamente mezclados con aspectos cualitativos. Desde que se concibió la estadística como una manera de cuantificarlo todo a través de muestras, se encontró la metodología más idónea y coherente para el paradigma positivista, para poder explicar, controlar y predecir.

## **2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO - CIENTÍFICA**

El Ecuador tradicionalmente ha sido un productor y consumidor de papas, cuyo consumo ha sido a través de diferentes formas de procesamiento: hervidas, fritas, en puré, etc.; lo que ha permitido satisfacer las necesidades nutricionales de los consumidores. Lo anteriormente indicado no ha sucedido con la papa nativa, pese a conocer que las papas nativas, además de su riqueza nutricional, proveen antocianinas que protegen al organismo de enfermedades y del envejecimiento.

La superficie cultivada con papas nativas en Ecuador se ha ido reduciendo paulatinamente, debido al remplazo por variedades mejoradas de mejor rendimiento y a la falta de oportunidades en los mercados de las grandes ciudades por el desconocimiento de su existencia por parte de los consumidores. Frente a esta situación se ha propuesto conservar, caracterizar y revalorizar el cultivo de papas nativas, a través de su incorporación en cadenas de valor, mediante el desarrollo de productos con valor agregado. Si bien estas papas han sido valoradas por los científicos y pequeños productores, tanto por sus cualidades organolépticas agradables (sabor y textura), como por sus propiedades agronómicas, ya que toleran condiciones adversas como las sequías, heladas y ciertas enfermedades, no han sido valoradas por los consumidores.

El Centro Internacional de la Papa (CIP, 2010) manifiesta que actualmente en la zona andina existen cientos de variedades de papas nativas, muchas de ellas en peligro de extinción. El gran reto reside en conservar esta valiosa diversidad en favor de todos: productores, consumidores e investigadores. Es fundamental contar con mercados específicos para que estas papas sigan siendo cultivadas en los campos altoandinos. Pocas son las plantas que soportan el clima frío, la alta radiación solar y las sequías intermitentes. Entre ellas están las papas nativas. Durante milenios, con el fin

de lograr una dieta variada, los campesinos andinos han generado una gran diversidad de papas nativas, de diferentes sabores, formas y colores.

Gómez R. (2010), especialista del CIP, menciona que el principal beneficio de consumir papas nativas (que tienen de 24% a 32% de materia seca y un alto porcentaje de carbohidratos mas no de grasas) radica en el aporte antioxidante mostrado en su pigmentación: antocianinas en las rojas y moradas, y carotenoides en las amarillas.

Unda J. *et al* (2005), indica que en el sondeo de la oferta de papas nativas en Ecuador, los productores sugieren ideas de negocios como: chips de colores dirigidos a niños, papas nativas enfundadas, en vista que presentan aspectos positivos como buen sabor, el hecho de ser harinosas y el poco uso de químicos en su cultivo.

El CIP (2010), menciona también que las hojuelas de papa nativa absorben hasta un 25% menos de aceite que las hojuelas comunes, de esta manera el consumidor ingiere menos calorías y un alimento saludable. Además, como estas papas no necesitan pelarse, la piel conserva minerales, vitaminas, fibra y el consumidor se beneficia de toda su riqueza nutricional.

Se ha descubierto que muchas variedades nativas son deliciosas y que al ser fritas, debido a su alto contenido de materia seca, absorben mucho menos aceite que las hojuelas convencionales. Estas variedades también son interesantes desde una perspectiva nutricional: las variedades amarillas contienen niveles altos de vitamina C, mientras que las papas rojas o moradas contienen niveles altos de antioxidantes que cumplen funciones de protección en el cuerpo humano. Debido a que las hojuelas están hechas de papas sin pelar, los consumidores ingerirán los minerales, vitaminas y fibra presentes en la cáscara de la papa.



Castillo A. (2003), muestra el efecto de la temperatura en la estabilidad de las antocianinas en sistemas modelos y en productos alimenticios estudiado por muchos investigadores; el consenso general es que los pigmentos antocianínicos son notoriamente destruidos por el calor durante el procesamiento y almacenamiento de los alimentos, pues existe un incremento logarítmico con un incremento aritmético de la temperatura.

El uso de la fritura puede afectar el contenido de antioxidantes por lo que se emplea pirofosfato ácido de sodio para evitar la degradación de las antocianinas. La empresa Trade Dshida, menciona que la acción del pirofosfato tetrasódico, muy conocida en industria alimentaria sobre todo en su forma alotrópica de pirofosfato ácido de sodio (disódico), es la de estabilizador del color y la estructura del alimento tratado, con lo que se sigue favoreciendo la homogeneización del color en la patata. En el caso del proceso desarrollado por Trade Dshida, también tiene unas ventajas adicionales importantes como son la de seguir actuando en el proceso inhibitor del desarrollo enzimático, ya que determinados tipos de enzimas también sufren inactivación en un medio alcalino fuerte, por lo que se limita la aparición del ennegrecimiento después de cocción.

Acevedo A. (2003), menciona que las antocianinas son el grupo más importante de pigmentos solubles al agua visibles para el ojo humano, donde es característico el color rojo, azul o violeta. El color rojo, azul y violeta depende de los grupos que estén atados a la estructura, así como la posición del carbono que este siendo atacado. Las antocianinas pertenecen a un grupo de glicósidos cuya estructura general es el 2-fenilbenzopirilo o ión flavilio. Están formados por una molécula de antocianindina (aglicón) que se une a una fracción de carbohidrato a través de un enlace B-glicosídico, donde los carbohidratos pueden ser D-glucosa, D-galactosa, etc.

Moenne K. y Calderón L. (2008), indican que la variedad de colores presentes en papas nativas, abre muchas posibilidades para la elaboración de productos saludables y novedosos. El color que presentan estas variedades de rojo, azul o púrpura, como en todos los alimentos es debido a las antocianinas. Por tanto, teniendo en cuenta la actividad antioxidante de las antocianinas, el poder caracterizar este elemento diferenciador en estas variedades nativas, incentivaría su producción por aportar beneficios a la salud, lo que se vería reflejado en generar valor agregado a estos productos regionales. Se menciona que es importante el rescate de papas nativas que son cultivadas con métodos ancestrales que implica un menor o ningún uso de pesticidas, debido a que su genotipo les hace que estas variedades contengan en forma natural protectores biológicos.

El CIP (2010), cita que entre las 30 variedades aptas para la fritura se encuentran algunas con características nutricionales muy atractivas: las papas nativas amarillas tienen un elevado contenido de vitamina C y las pigmentadas de rojo o púrpura contienen antocianinas y flavonoides, sustancias con efectos anti cancerígenos. Debido al bajo contenido de agua en estas papas nativas, se ahorra energía en la fritura. Las hojuelas absorben hasta un 25% menos de aceite que las hojuelas comunes, de esta manera el consumidor ingiere menos calorías y un alimento saludable. Además, como estas papas no necesitan pelarse, la piel conserva minerales, vitaminas y fibra y el consumidor se beneficia de toda su riqueza nutricional. Además, los antioxidantes como la vitamina C, carotenoides (luteína y zeaxantina) y los compuestos fenólicos (antocianinas) de las papas nativas tienen usos terapéuticos y medicinales: previene el cáncer si se consume con cáscara.

Según Andreu M. y Silva A. (2005), el color de la peridermis del tubérculo no determina la calidad intrínseca de cada variedad, y los agrupamientos realizados para establecer los diferentes usos culinarios serían basados en los contenidos de materia seca, concentraciones de azúcares reductores, y

principalmente, por la preferencia del consumidor por la calidad y no por el color de la piel.

Vergara *et al* (2008) mencionan que la cáscara de papa, alta en fibra, ayuda a combatir el estreñimiento y a mantener los intestinos funcionando adecuadamente. La fibra alimentaría representa 1-2% del total de la papa y se encuentra preferentemente en la piel. Tienen muchos carbohidratos, por lo cual son una buena fuente de energía. Tienen el contenido más elevado de proteínas (en torno al 2,1% del peso del producto fresco). Además tienen abundante vitamina C. La papa cocida con cáscara aprovecha todas sus vitaminas y substancias minerales, que existen inmediatamente debajo de su hollejo, la peladura se lleva lo mejor y más valioso que tiene este tubérculo. Las papas peladas sólo contienen almidón, las vitaminas y las sales minerales que contenían se fueron en las peladuras.

Cano Y. (2008), indica que la cáscara es rica en polifenoles e inhibidores de la proteasas, dos sustancias anticancerígenas muy potentes. La cáscara contiene un antioxidante, el clorogénico, que previene las mutaciones celulares, que dan origen al cáncer, de ahí el consejo de consumir papas con cáscaras.

### **2.3.1 ACEITE**

El aceite de fritura actúa como medio transmisor del calor y, por otro lado, llega a ser un ingrediente del producto frito al ser absorbido por el mismo. Por esta última función tiene especial interés la estabilidad del aceite y grado de alteración que influirán directamente en la duración del producto frito.

#### **2.3.1.1 ESPECIFICACIONES PARA EL ACEITE DE FRITURA**

Lawson, H. (1999), menciona que es importante utilizar un aceite adecuado para realizar la fritura en profundidad. El aceite no es solo un medio

para transferir calor del recipiente al alimento, es en sí mismo un alimento. Las grasas insaturadas son las más adecuadas desde el punto de vista nutricional, pero su estabilidad es menor durante la fritura.

De ahí que los aceites más saturados tienen mayor estabilidad y son menos propensos a los procesos oxidativos: lo cual indica que cuando el aceite se utiliza continuamente se emplean grasas más sólidas que maximicen la estabilidad para muchas horas de fritura. Otro aspecto de las grasas saturadas que se considera es que su consumo excesivo puede ser la principal causa de arterosclerosis, por lo que se recomienda que no presente más del 10% de calorías de una dieta. Por lo que los aceites pueden ser sometidos a reacciones físico químicas que cambian las propiedades funcionales, haciéndolas más apropiadas para la fabricación de alimentos como: grasas para freír. Los métodos de modificación de aceites son la hidrogenación, interestificación y fraccionamiento.

Guayta, J. (2006), señala que el proceso de la hidrogenación se desarrolló como una necesidad en la industria de los fritos a: (1) aumentar la estabilidad frente a la oxidación de la grasa, (2) proporcionar estabilidad máxima en altas temperaturas, (3) inducir productos de fusión bajos a fin de reducir la sensación de grasa en la boca. El aceite puede ser hidrogenado de una manera selectiva para minimizar el desarrollo de ácidos grasos trans o para maximizar la conversión de ácido linolénico en ácido linoleico cuando cualquiera de los dos es deseable.

En el presente proyecto se trabajó con aceite de palma; este aceite es semisólido porque es saturado en un 50%, su composición en promedio es: 50% ácidos grasos saturados (principalmente palmítico), 40% ácidos grasos monoinsaturados (principalmente oleico) y 10% ácidos grasos poliinsaturados. El aceite para la fritura debe ser fresco y sujeto a criterios de calidad, esto se aprecia en el cuadro 8.

### CUADRO 3. ESPECIFICACIONES DE ACEITE COMESTIBLE PARA LA FRITURA

Criterio	Unidad	Especificación	Aceite de palma africana
Gusto	-	Ninguno	Ninguno
Índice de peróxidos	meq. O <sub>2</sub> /kg	1 - 2 (<1,0)	10,0
Punto de humo	°C	200 – 220 mín.	2750,0
Humedad	%	0,05 – 0,1 máx.	0,10
Acidez (Ácido oleico)	%	2 - 3 máx.	0,20
Índice de yodo	cg/g	< 100	58,00

**Fuente:** Navas (2003) cit. Guayta, J. (2006), Normas INEN 1640: 1988 – 04.

#### 2.3.1.2 EQUIPOS DE FRITURA

Los modernos equipos de fritura por inmersión producidos por fabricantes acreditados son fáciles de usar y generalmente fáciles de mantener en buenas condiciones.

Los equipos de fritura por inmersión deben cumplir con una serie de requisitos para garantizar resultados satisfactorios con su utilización, entre los que se encuentran:

- ✓ No aportar trazas de metales al aceite, especialmente como el cobre. La presencia de pequeñísimas cantidades de cobre en el aceite de fritura acortan su vida útil en un 20 – 30%. Las freidoras deben estar hechas de acero inoxidable.

- ✓ Existencia de tapa para evitar que la luz incida sobre el aceite. La misma debe permitir la instalación de un sistema de extracción de humos, que recogerá y canalizará el vapor, las sustancias volátiles y las pequeñas gotas de aceite arrastradas. Es importante que la posible condensación de estos humos no gotee dentro de la freidora. Una aspiración muy intensa puede producir el enfriamiento del aceite.
  
- ✓ Ubicación de un filtro, en la propia freidora o cerca del intercambiador de calor, que elimine las partículas del producto que se requeman y carbonizan en el aceite.

### **2.3.1.3 BUENAS PRÁCTICAS EN LA FRITURA**

Obtener alimentos fritos con calidad sanitaria requerida y calidad sensorial característica, que el aceite se mantenga dentro de los límites de calidad adecuados y que además la fritura sea lo más rentable posible, requiere de la aplicación de las buenas prácticas durante el proceso de fritura.

Entre las buenas prácticas del proceso de fritura por inmersión se mencionan:

- ✓ Retirar el exceso de humedad del producto antes de comenzar la fritura o prefritura.
- ✓ Aceite de buena calidad y estabilidad frente al calentamiento, a las temperaturas requeridas por el proceso.
- ✓ Proporción correcta entre aceite/producto, 4,5 kg de aceite por cada 450 g de producto.
- ✓ Frecuente análisis del aceite durante su uso.
- ✓ Conservación y reutilización adecuada del aceite. En la mayoría de “fast - food” se precisa desechar el aceite cada 7 – 10 días.

- ✓ Procesos de limpieza mediante la eliminación mecánica de los residuos del fondo y de las superficies laterales de la freidora.

#### **2.3.1.4 PRINCIPALES ALTERACIONES DEL ACEITE**

Lawson, H. (1999), indica que los cambios físicos y químicos que ocurren durante el proceso de fritura tanto en el alimento como en el aceite estarán determinados por: tipo, características y calidad del aceite a utilizar, condiciones del proceso de fritura, temperatura y tiempo, características de la freidora, grado y velocidad de renovación del aceite en el transcurso del proceso. Los cambios químicos más importantes durante el uso del aceite son: (1) formación del color, (2) oxidación, (3) polimerización y (4) hidrólisis. Además de estas transformaciones químicas, se observa otros cambios físicos como el desarrollo de olor y sabor.

A continuación se describen los procesos y alteraciones que sufre el aceite durante el proceso de fritura:

**a) Oxidación.** El oxígeno del aire reacciona con el aceite de la freidora. Algunos productos de esta reacción son eliminados de la freidora por el vapor desarrollado en la fritura del alimento, pero otros productos permanecen en el aceite como son: hidroperóxidos y en las reacciones posteriores aparecen hidrocarburos, lactonas, alcoholes, compuestos carbonilos, ácidos, epóxidos, etc.

La presencia de estas sustancias provoca cambios sensoriales, alteraciones del sabor y olor, conocidos como rancios, también el oscurecimiento del producto y la afectación de su palatabilidad. El sabor rancio se debe a la presencia de ácidos orgánicos de cadena corta como fórmico, acético y propiónico. Por lo tanto, para mantener un nivel de oxidación al mínimo en el aceite de fritura es necesaria la eliminación regular de partículas

de alimentos que se encuentren en el aceite de fritura y evitar la contaminación con cobre.

**b) Polimerización.** Una oxidación excesiva va a menudo acompañada de una polimerización. Cuando los aceites sufren calentamiento en el proceso de fritura en profundidad, se forman varios productos de descomposición, algunos volátiles como los peróxidos y otros no volátiles como los compuestos polares, monómeros y dímeros, muchos de ellos son tóxicos, además oscurecen el aceite.

Los polímeros favorecen la formación de espuma y por tanto se incrementa el proceso oxidativo. Hay aumento de la viscosidad y un mayor arrastre de aceite por el producto frito. Aparece una capa de polímeros adherida a las paredes de la freidora e inclusive en la superficie del aceite que es difícil de eliminar. Los monómeros y dímeros, polímeros de baja masa molar, son absorbidos por la pared intestinal y muchas de estas sustancias están reconocidas como tóxicas o potencialmente cancerígenas, por ejemplo el benzopireno producido por la ciclación del colesterol.

Es necesario destacar que las cantidades altas de alimento al freírse muestran una reducción de la tendencia de la formación de espuma; debido a que a mayor cantidad de alimento friéndose más rápida es la sustitución del aceite usado por el aceite nuevo.

**c) Hidrólisis.** Es la reacción del agua del alimento con la grasa de fritura para formar ácidos grasos libres. Como consecuencia de la hidrólisis hay un incremento de ácidos grasos libres por lo que se favorece la autoxidación del aceite. Pero la calidad de los aceites juega un papel menor en la reacción de hidrólisis que en la formación de color, oxidación y polimerización.



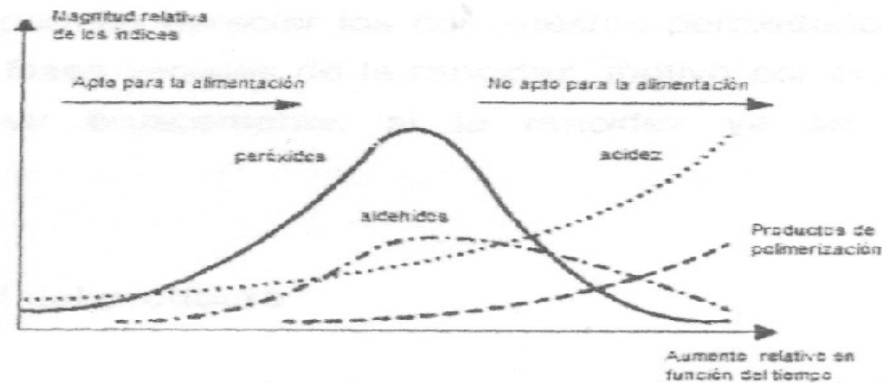
Las diferencias de ácidos grasos libres no indican necesariamente entre aceites de buena y mala calidad para el sistema de fritura. Además que tampoco con la calidad del alimento frito, debido a que los ácidos grasos libres son algo volátiles a las temperaturas de fritura. Con relación al punto de descarte del aceite en la fritura, los criterios propuestos son múltiples, dependiendo del tipo de aceite, las características del proceso, el control analítico y las legislaciones al respecto.

#### **2.3.1.5 ÍNDICE DE PERÓXIDO**

Según Cobré y Massó (1992), la determinación del Índice de Peróxido permite valorar la capacidad oxidativa de un aceite sobre yoduro en medio acético para dar yodo que se valora con tiosulfato. Sin embargo, la reproductibilidad de los resultados no es buena y además, parámetros tan importantes en cinéticas de este tipo, como la temperatura, no vienen fijados por la norma.

Como se ha descrito antes, el proceso de oxidación se inicia con la formación de hidroperóxidos; se propaga por vía de los radicales, y los hidroperóxidos se descomponen en moléculas de cadena corta, y los radicales libres se acoplan y forman polímeros. Lo anteriormente indicado puede expresarse en forma gráfica en la figura 4.

**FIGURA 1. EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE LOS PRODUCTOS DE DEGRADACIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO**



**Fuente:** Badui (1996)

Arrecís (1985), indica que esta propiedad se refiere al grado de rancidez de una grasa provocada por la adición de moléculas de oxígeno, provenientes del aire, en los puntos de insaturación de los ácidos grasos; esto es, en los dobles y triples enlaces que existen entre sus átomos de carbono. El método analítico determina todas las sustancias, en términos de miliequivalentes de peróxido por 100 g de la muestra, que oxidan el yoduro de potasio en las condiciones de la prueba.

El primer paso en la oxidación de una grasa, es la adición del oxígeno al enlace doble de la cadena de un ácido graso para formar compuestos inestables que se designan generalmente con el nombre de peróxido. Por otro lado, la facilidad y rapidez con la que se oxida un aceite, depende principalmente de su contenido en enlaces dobles activos, pero también está influenciada por la presencia de ciertas sustancias, que pueden encontrarse en el aceite natural o accidentalmente. Las sustancias que favorecen la oxidación de las grasas se denominan precursores, mientras que las que la inhiben se llaman antioxidantes o inhibidores, Chipantiza (1997).

Para Schmidt (1984), si bien depende del lípido que se analiza y de la técnica empleada en la determinación, un índice de peróxido de hasta 5 corresponde a un aceite fresco o dentro de su período de inducción. Además, la rancidez detectada organolépticamente se inicia con índice de peróxido entre 10 y 20. Cabe resaltar que este autor señala que el índice de peróxido solo permite apreciar los compuestos peroxidados lábiles que se forman en las fases iniciales de la rancidez, motivo por el cual sus valores suelen disminuir bruscamente, si la rancidez ya se encuentra muy avanzada.

### **2.3.2 VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO**

Se destaca el trabajo y publicaciones de Labuza (1982) sobre datos de tiempo de vida útil en una gran cantidad de alimentos. Sus conclusiones se basan en que los alimentos de origen vegetal se caracterizan por los cambios físicos, químicos y bioquímicos que permanentemente ocurren, en un ciclo que se inicia con la siembra y no termina con la cosecha. Luego de la cosecha, continúan en marcha reacciones de todo tipo. Por ello, la necesidad de comercializar los alimentos en el mejor estado posible, o de conocer el tiempo en que se esperarían mantengan sus propiedades alimenticias en un nivel adecuado.

De acuerdo con Helman y Singh (1998), cualquier reacción que sea típica en su naturaleza puede ocurrir a una velocidad dependiente de algunos factores. Para ellos, la velocidad de reacción está indicada por la constante de velocidad (K) y puede ser descrita por la ecuación general siguiente:

$$-\frac{dC}{dt} = KC^m$$

Donde C es la concentración del componente en algún tiempo t, y, m es el orden de la reacción. El cambio de energía que debe ser suministrado a los

reaccionantes antes que la reacción pueda ocurrir, se denomina “energía de activación”. Aunque muchas de las reacciones observadas en alimentos pueden ser de orden cero, la reacción de primer orden descrita por la ecuación siguiente, también es de suma importancia para los procesos de alimentos:

$$-\frac{dC}{dt} = K_1 C$$

Nótese que en este tipo particular de ecuación, la velocidad de cambio es directamente proporcional a la concentración de la sustancia reaccionante. Su aplicación, resulta más evidente si es integrada y expresada de la siguiente manera:

$$\ln \frac{C}{C_0} = -K_1 t$$

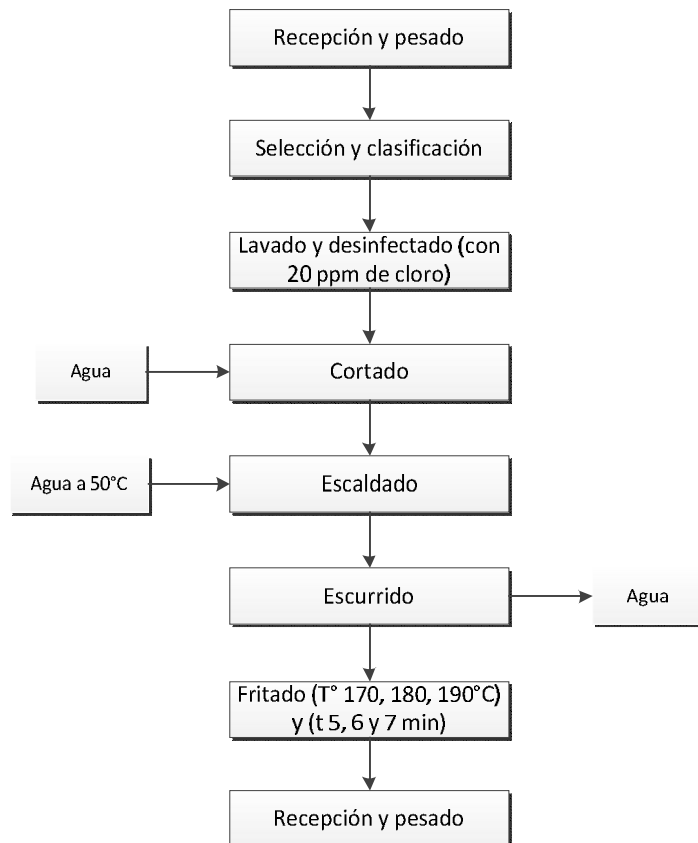
Siendo  $C_0$  concentración inicial,  $K$  la constante de reacción de primer orden y  $t$  el tiempo. Para facilitar la operación, la ecuación anterior puede ser reescrita y expresada de la siguiente forma:

$$\log C = -\frac{K_1}{2.303} t + \log C_0$$

### 2.3.3 ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA

En el Perú se tienen varias líneas de productos procesados: papa en hojuela, almidón, papa precocida y congelada; las cuales requieren de un proceso de elaboración más tecnificado. La presencia de supermercados así como de centros de comida rápida ha generado demandas por derivados de papa, con exigencias en presentación, variedades y calidad que garanticen su rápido consumo. Dentro de los productos diferenciados y con valor agregado se menciona las hojuelas de papa, cuyo diagrama de flujo se presenta en la figura 5.

**FIGURA 2. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA**



**Fuente:** [http://issuu.com/smith\\_huamanga/docs/cadena\\_prod.\\_papa](http://issuu.com/smith_huamanga/docs/cadena_prod._papa)

El proceso de elaboración de hojuelas de papa pasa por dos fases: una primera con el lavado, pelado y cortado en rebanadas y la segunda etapa cuando las rebanadas se transforman mediante la operación de fritura perdiendo toda el agua sustituyéndola por aceite, adquiriendo la consistencia crujiente que las caracteriza.

La presentación para su comercialización va desde los chips vendidos a granel hasta los envasados en bolsas de cierre hermético de diversos tamaños y apariencias e incluso con aditivos de distintos sabores que preparan las grandes industrias. [http://issuu.com/smith\\_huamanga/docs/cadena\\_prod.\\_papa](http://issuu.com/smith_huamanga/docs/cadena_prod._papa)

## 2.4 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Para la elaboración de este tipo de producto: hojuelas de papa nativa, se consideró las siguientes normas técnicas:

- Hortalizas frescas, Papas – Requisitos. INEN 1516: 1987 - 01.
- Determinación de grasa. Método AOAC 2002.
- Determinación de azúcares reductores. Método 923.09 AOAC.
- Determinación de vitamina C. Método 967.21 AOAC.
- Determinación de antocianinas propuesto por:
  - Ott, D.B. Experimento: pigmentos vegetales. Manual de Laboratorio de Ciencias de los Alimentos, Acribia. España (1992)
  - Ranganna, S., Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products, 2a Ed McGraw Hill Publishing Co. New Dehli (1986).
  - Sanz, C.; Pérez, A.G.; Olías, J.M. (1999): Quality of strawberry packed with perforated PP. *Journal of Food Science*, 748-752.
- Determinación de Humedad en una balanza de humedad KERN MLS 50.
- Acidez titulable de aceite- Norma INEN 162.
- Índice de Peróxido en el aceite utilizado en la fritura. Norma INEN 277:1978:02.

Además, se debe tener en consideración las leyes estipuladas en la Constitución vigente de la República del Ecuador, en donde se hace referencia a los alimentos. (Constitución de la República del Ecuador, 2008):

Título II. Derecho. Capítulo segundo. Derecho del buen vivir. Sección primera. Agua y alimentación.

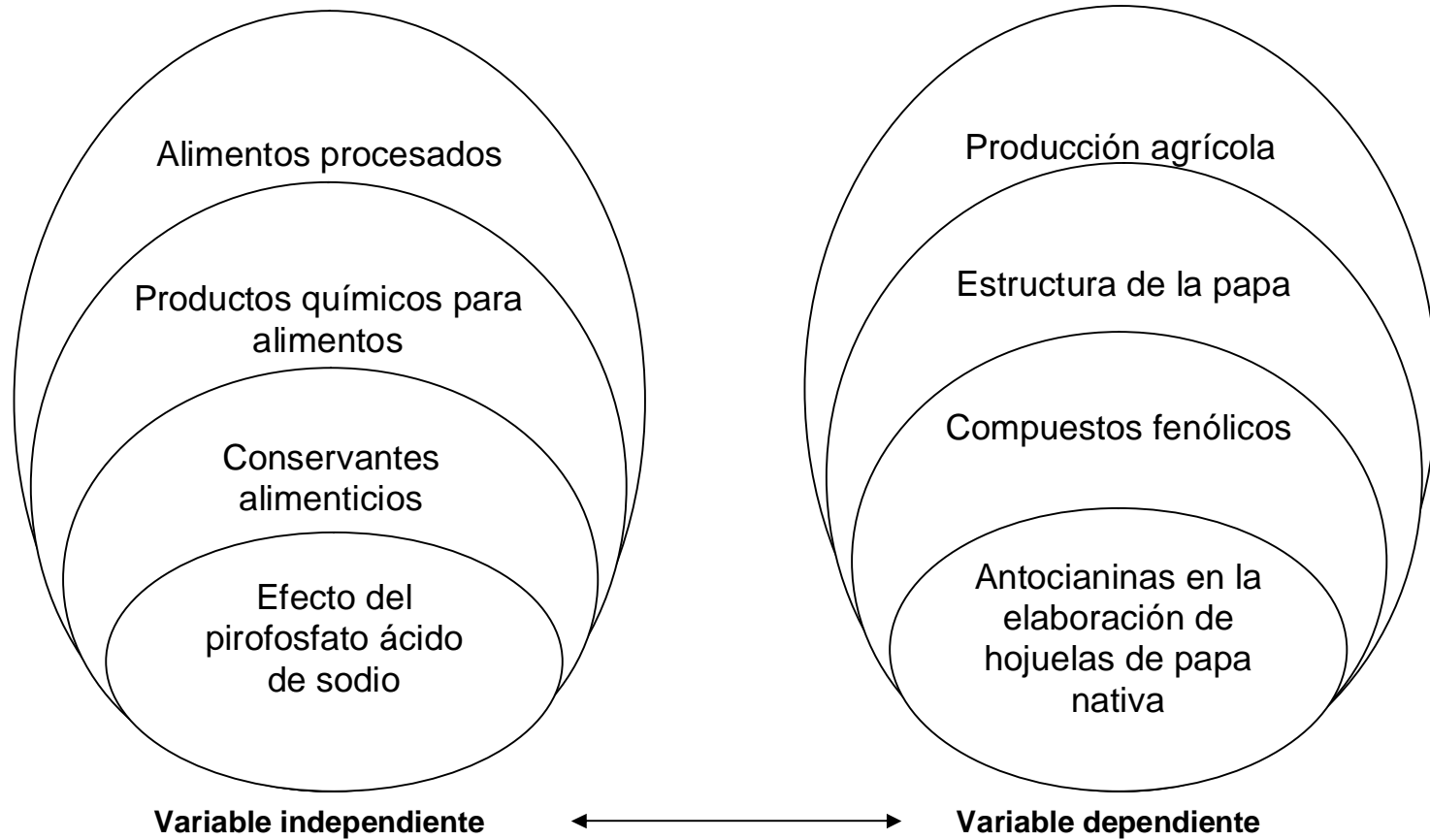
Artículo B.- Las personas y colectividades tienen el derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

Título VI. Régimen de desarrollo. Capítulo tercero. Soberanía alimentaria.

Artículo 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos, y culturalmente apropiados de forma permanente.

1. Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.
8. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiada para garantizar la soberanía alimentaria.
13. Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga la incertidumbre de sus efectos.

## 2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

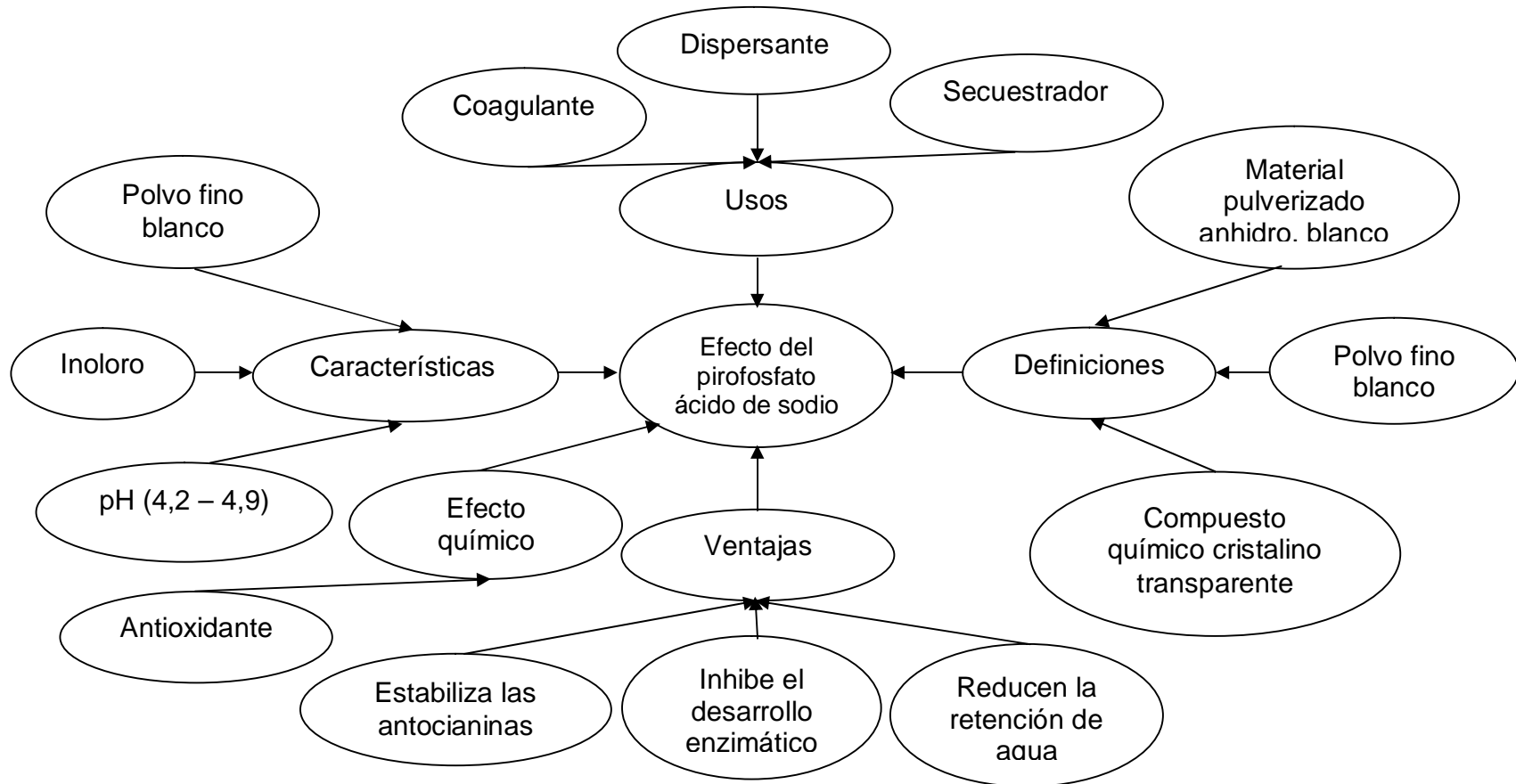


**GRÁFICO 2.- RED LÓGICA DE INCLUSIÓN**

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2012



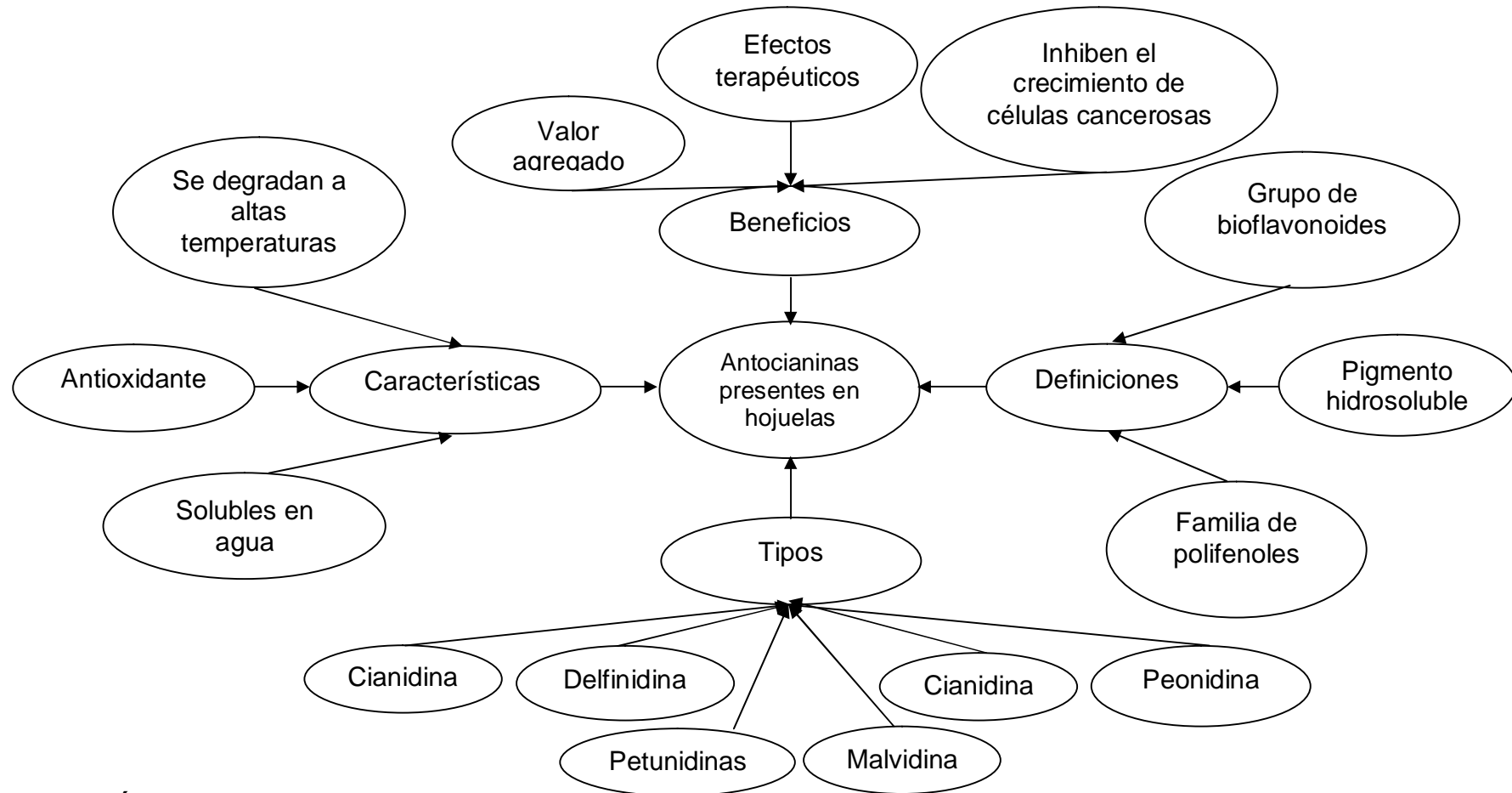
### 2.5.1 CONTELACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE



**GRÁFICO 3-** Sub – categorías de la variable independiente.

Elaborado por: Gabriela Analuisa, 2012

## 2.5.2 CONTELACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE



**GRÁFICO 4- Sub – categorías de la variable dependiente.**

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa, 2012

### **2.5.3. DESARROLLO DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE**

#### **2.5.3.1 Alimentos procesados**

Alimento tratado o modificado mediante algún proceso físico o químico con el fin de mejorar su conservación o sus características organolépticas (sabor, aroma, textura, color, etc.). Diccionario de nutrición.

Todas aquellas operaciones mediante las cuales los alimentos crudos pasan a ser adecuados para su consumo, preparación o almacenamiento. CISAN.

Los alimentos procesados se obtienen de un conjunto de procesos realizados en las diferentes partes de la cadena de producción, transporte, venta y también el consumo realizados con el objeto de garantizar la vida e higiene de los alimentos.

#### **2.5.3.2 Productos químicos para alimentos**

Es toda sustancia que, sin constituir por sí misma un alimento ni poseer valor nutritivo, se agrega intencionadamente a los alimentos y bebidas en cantidades mínimas con objetivo de modificar sus caracteres organolépticos o facilitar o mejorar su proceso de elaboración o conservación. FAO. CODEX STAN 192-1995

Cualquier sustancia que, independientemente de su valor nutricional, se añada intencionadamente a un alimento con fines tecnológicos en cantidades controladas. Ibáñez F.

Son sustancias que se vuelven parte de un producto alimenticio cuando son agregadas a éste durante su procesamiento o producción. David Zieve

### **2.5.3.3 Conservantes alimenticios**

Aditivos alimentarios que ayudan a mantener la estabilidad y frescura de los alimentos y a su vez evitar o ralentizar la acción de microorganismos (hongos, bacterias) en el producto que podría poner en riesgo la salud. Los conservantes pueden ser de origen artificial o natural.

Sustancia utilizada como aditivo alimentario, que añadida a los alimentos (bien sea de origen natural o de origen artificial) detiene o minimiza el deterioro causado por la presencia de diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). Directiva 95/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de febrero de 1995.

Un conservante alimentario es para el Código Alimentario Español, "aquella sustancia que puede ser añadida intencionadamente a los alimentos y bebidas con el fin de modificar sus caracteres, sus técnicas de elaboración o conservación o para mejorar su adaptación al uso al que son destinados".

### **2.5.3.4 Efecto del pirofosfato ácido de sodio**

El pirofosfato ácido del sodio es un material pulverizado anhidro, blanco. Enlaces químicos.

El pirofosfato de sodio, también conocido como fosfato de tetrasodio, es un compuesto químico cristalino transparente. Tiene la forma de polvo cristalino blanco o cristal, soluble en agua.

Nutriente, complemento alimentario, mejorador de color, agente escaldante, preservativo, secuestrante, ajuste de acidez, buffer, agente suspensión, agente pectisante en carnicos y quesos, pelado ó limpieza de pollos y cochinos (en mataderos y beneficiadoras),(mantener la acidez en

polvos de hornear, mezclas de tortas), productos base harinas, helados, pastas alimenticias, galletas, etc. cubitos, (aditivo que cambia la materia soluble a insoluble; helados, chocolates), para conservar el sabor, refrigeración ó congelación de masas (tequeños, pizzas, pastas precocidas) UNIQUMICA

Sánchez M. (2004), menciona que los fosfatos ácidos bajan el pH, aumentan la estabilidad del color, reducen la capacidad de retención de agua. De todas las sustancias que se usan como aditivos, como se observa en el cuadro 6, los fosfatos son los más versátiles ya que cumplen con un gran número de funciones.

#### CUADRO 4. USOS DEL PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO

<b>Pirofosfato ácido de sodio</b>	<b>Usos</b>
	Coagulante
	Dispersante
	Sales de panificación
	Interacción con proteínas
	Secuestrador

**Fuente.-** <http://148.206.53.231/UAMI11862.pdf>

El efecto probable de la adición de pirofosfato ácido de sodio en la elaboración de hojuelas de papa es la de estabilizador del color y la estructura del alimento tratado, ya que los fosfatos ácidos bajan el pH y reducen la capacidad de retención de agua, con lo que se sigue favoreciendo la homogenización del color de la papa. Además existen algunas ventajas adicionales como las de seguir actuando en el proceso inhibitor del desarrollo enzimático. En el cuadro 7 se observa las características físico - químicas del pirofosfato ácido de sodio.

## CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS DEL PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO.

<b>Fórmula Química</b>	Na <sub>2</sub> H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
<b>Apariencia</b>	Polvo fino blanco
<b>Olor</b>	Ninguno
<b>pH</b>	4.2-4.9 (como una solución al 1% a 25°C)
<b>Punto de Fusión</b>	Aproximadamente 900°C
<b>Solubilidad en Agua</b>	5.0 (g/100 g H <sub>2</sub> O) a 0°C

**Fuente.-** <http://148.206.53.231/UAMI11862.pdf>

### 2.5.4. DESARROLLO DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

#### 2.5.4.1 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

#### Clasificación Botánica De La Papa Nativa

FAMILIA:	Solanaceae
GÉNERO:	<i>Solanum</i>
SUBGÉNERO:	Potatoe
SERIE:	<i>Tuberosa</i>
ESPECIES:	<i>phureja, andígena</i>
NOMBRES COMUNES:	papa, patata

#### Descripción Botánica De La Papa

Botánicamente la papa esta constituida por tallos, hojas, flores, fruto y tubérculos. En la presente investigación se considera como más importante los tubérculos, que son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. La formación de los tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de las células hasta

un factor de 64 veces. Los hidratos de carbono se almacenan dentro de las células del parénquima de reserva, de la médula y la corteza en forma de gránulos de almidón (Pumisacho, 2002).

#### **2.5.4.2 ESTRUCTURA DE LA PAPA**

##### **Composición Química**

La papa es un alimento versátil y tiene un gran contenido de carbohidratos. Recien cosechada, contiene 80% de agua y 20% de materia seca. Entre el 60 y 80% de esta materia seca es almidón. Las papas tienen abundantes micronutrientes, sobre todo vitamina C, una papa media de 150 gr consumida con su piel, aporta casi la mitad de las necesidades diarias del adulto. La papa contiene una cantidad moderada de hierro, pero el gran contenido de vitamina C fomenta la absorción de este mineral. Además este tubérculo tiene vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub> y B<sub>6</sub>, y otros minerales como potasio, fósforo y magnesio, así como folato, ácido pantoténico y riboflavina. También contiene antioxidantes alimentarios, los cuales pueden contribuir a prevenir enfermedades relacionadas con el envejecimiento, y tiene fibra, cuyo consumo es bueno para la salud.

El contenido nutricional por 100 g de papa varía de acuerdo a los diferentes estados de preparación, así: cruda, cocida, asada, frita, puré y almidón, como se muestra en el cuadro 3. En adición, se muestran los contenidos de vitaminas y minerales en los cuadros 4 y 5, respectivamente.

**CUADRO 6. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL (g) EN BASE A 100 g DE PAPA**

Estado	Energía (Kcal)	Proteína	Grasa	Hidratos de carbono	Agua
Cruda	85	2,10	0,20	19,00	77,80
Cocida	65	1,70	0,30	15,40	82,00
Asada	110	2,60	0,70	29,40	65,20
Frita	230	3,30	10,60	30,10	55,00
Puré	121	1,80	5,50	16,30	75,60
Almidón	350	1,80	0,90	81,80	14,10

**CUADRO 7. VITAMINAS (UI) POR 100 g DE PORCIÓN ASIMILABLE**

Estado	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C	Niacina
Cruda	30	100	45	16000	1200
Cocida	10	45	25	9000	700
Asada	20	110	50	16000	1200
Frita	30	105	65	16000	1800
Puré	150	80	50	7000	800
Almidón	220	273	-	-	-

**CUADRO 8. SUSTANCIAS MINERALES (mg) POR 100 g DE PORCIÓN ASIMILABLE**

Estado	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu	P	S	Cl
Cruda	6,50	430,00	10,10	26,00	0,75	0,16	52,00	30,00	56,00
Cocida	225,00	280,00	6,10	15,00	0,48	0,11	32,00	22,20	40,70
Asada	8,60	745,00	12,00	32,00	0,90	0,20	29,00	56,30	103,00
Frita	11,70	1020,00	16,00	43,30	1,20	0,27	82,00	44,70	140,00
Puré	24,00	302,00	21,00	14,40	0,50	0,10	42,00	23,50	71,00
Almidón	6,10	426,00	6,50	20,30	0,74	0,13	31,20	28,30	71,20

**Fuente:** Departamento de Agricultura de los EE.UU. Base de datos nacional de nutrientes.



Los componentes químicos de la papa más significativos para la industria del procesamiento son:

- **Materia seca o contenido de extracto seco:** las papas son alimentos harinosos y contienen del 12 - 18% de almidón. El contenido de almidón debe ser alto (22 – 25%), lo que determina el rendimiento del producto terminado. Un adecuado contenido de materia seca permite obtener productos con consistencia, textura, apariencia y sabor adecuado (Young, N. 1981 cit. Banda, C. *et al.*, 1998). Si el contenido de materia seca es bajo, los rendimientos en peso final es bajo y las pérdidas en aceite son mayores, incrementándose los costos de producción (Wiertsema, 1972 cit. Banda, C. *et al.*, 1998). Por el contrario, si el contenido de materia seca es muy alto, el producto que se obtiene es bastante seco.

- **Azúcares reductores:** se forman a partir del almidón de los tubérculos. Este proceso implica la acción de la enzima invertasa, la cual se incrementa a temperaturas bajas y disminuye a temperaturas altas, de ahí que para disminuir la cantidad de azúcares reductores es fundamental controlar la temperatura de almacenamiento.

Entonces, es recomendable dejar la materia prima durante varios días en locales con altas temperaturas (entre 10 y 20°C), si se reducen las temperaturas de almacenamiento para evitar la germinación por debajo de 10°C, se reducen las velocidades de reacción de forma desigual generándose tubérculos dulces y con una mala textura. Si se mantienen las temperaturas entre 15 y 20°C se produce disminución del contenido de azúcares.

## **Antioxidantes Naturales**

Los antioxidantes son sustancias de diverso tipo, que previenen o demoran el daño molecular producido por los radicales libres, que son micropartículas negativas y positivas que no se encuentran interiormente neutralizadas, por lo que dañan las membranas de nuestras células, llegando finalmente a destruir y mutar su información genética, facilitando así el camino para que se desarrollen diversos tipos de enfermedades.

Para lograr prevenir o demorar su acción, los antioxidantes entregan un electrón a los radicales libres, con lo cual los desactivan, apagando el proceso de oxidación, y transformándose ellos en radicales libres inactivados. En consecuencia, la estructura molecular del antioxidante sufre igualmente un daño (modificación química) al reaccionar con un radical libre pero con un costo mucho menor para el organismo que si la molécula dañada tuviera función biológica (Leighton, 2000).

Los antioxidantes naturales se encuentran en todas las partes de las plantas. Estos antioxidantes incluyen carotenoides, vitaminas, fenoles, flavonoides, metabolitos endógenos, entre otros (Gajardo, 2005).

Los principales antioxidantes extracelulares son nutrientes naturales que se ingieren en la dieta, unos bien caracterizados como las vitaminas E y C, y otros en proceso de caracterización como los polifenoles.

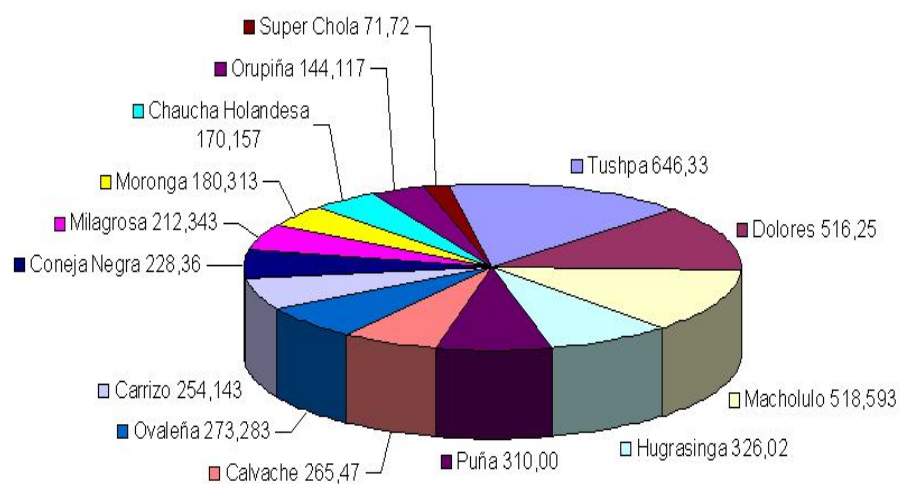
La capacidad antioxidante de una mezcla no viene dada solo por la suma de las capacidades antioxidantes de cada uno de sus componentes; también depende del microambiente en que se encuentra el compuesto. Los compuestos interactúan entre si pudiendo producirse efectos sinérgicos o inhibitorios.

### 2.5.4.3 COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos y polifenoles son un grupo de compuestos presentes en la naturaleza que poseen anillos aromáticos con sustituyentes hidroxilos. Estos compuestos son en su mayoría potentes antioxidantes necesarios para el funcionamiento de las células vegetales y animales. Se encuentran en frutas y verduras, bebidas como té y vino (Kinsella *et al.*, 1993).

Los compuestos fenólicos neutralizan el exceso de radicales libres, que pueden desarrollar enfermedades crónicas de tipo degenerativo como el cáncer y cardiovasculares. Estos radicales libres pueden dañar el ADN y ser potencialmente cancerígenos. Por ello un buen aporte de frutas y verduras en la dieta puede tener excelentes efectos en la salud. En la figura 1 se muestra el contenido total de polifenoles en papas nativas.

**FIGURA 3.- CONTENIDO TOTAL DE POLIFENOLES EN PAPAS NATIVAS**



Datos expresados en mg ácido gálico /100g en base seca

**Fuente:** Villacrés E.; Quilca N.; Monteros C. y Reinoso I (2010).

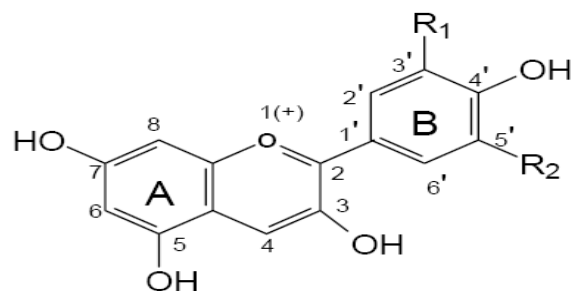
#### 2.5.4.4 ANTOCIANINAS EN LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA

Las antocianinas forman parte de la familia de los polifenoles y se definen como flavonoides fenólicos, teniendo una función antioxidante. Las antocianinas son el grupo más importante de pigmentos solubles al agua visibles para el ojo humano, donde es característico el color rojo, azul o violeta. El color rojo, azul y violeta depende de los grupos que estén atados a la estructura, así como la posición del carbono que este siendo atacado. En un medio básico, el color vira de un pigmento rojo a azul, en cambio entre más ácido se encuentre el medio, los colores de la antocianina se hacen más rojos (Sordo, 2004).

Las antocianinas pertenecen a un grupo de glicósidos cuya estructura general es el 2- fenilbenzopirilo o ión flavilio. Están formados por una molécula de antocianindina (aglicón) que se une a una fracción de carbohidrato a través de un enlace B-glicosídico, donde los carbohidratos pueden ser D-glucosa, D-galactosa, etc. (López *et al.*, 2002). En la figura 2 se presenta la estructura y sustituyentes de las antocianinas.

Las formas más comunes de antocianinas son: cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina, malvidina y pelargonidina (Kähkönen *et al.*, 2003).

**FIGURA 4.- ESTRUCTURA Y SUSTITUYENTES DE LAS ANTOCIANINAS**



<b>Aglicona</b>	<b>Substitución</b>		<b><math>\lambda_{max}</math> (nm)</b>
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>espectro visible</b>
Pelargonidina	H	H	494 (naranja)
Cianidina	OH	H	506 (naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (azul-rojo)
Peonidina	OCH3	H	506 (naranja-rojo)
Petunidina	OCH3	OH	508 (azul-rojo)
Malvidina	OCH3	OCH3	510 (azul-rojo)

**Fuente:** Rodríguez-Saona y Wrolstad (2001).

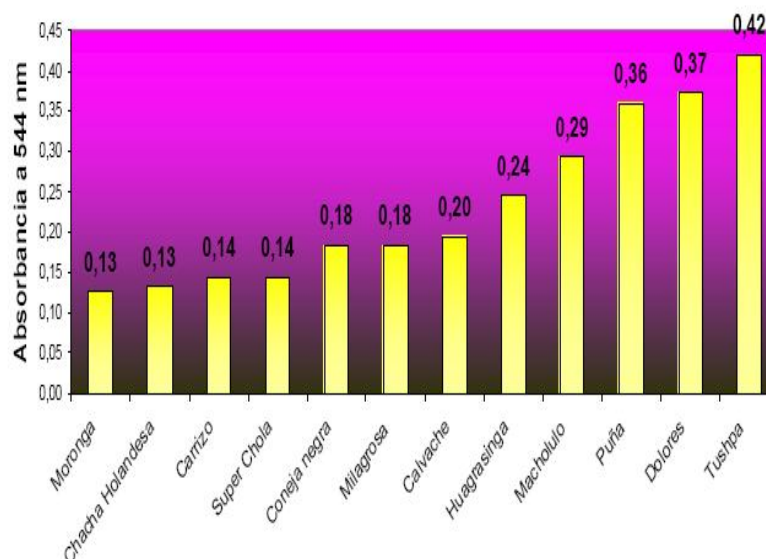
Los tipos de antocianinas se determinan de las dos bandas de absorción que todas ellas dan, una en la región UV (260-280 nm) y otra en la región visible (490-550 nm) (Sordo, 2004).

La variedad de colores presentes en papas nativas, abre muchas posibilidades para la elaboración de productos saludables y novedosos. El color que presentan estas variedades de rojo, azul o púrpura, como en todos los alimentos es debido a las antocianinas. Por tanto, teniendo en cuenta la actividad antioxidante de las antocianinas, el poder caracterizar este elemento diferenciador en estas variedades nativas, incentivaría su producción por aportar beneficios a la salud, lo que se vería reflejado en generar valor agregado a estos productos regionales.

Diferentes estudios han demostrado que las antocianinas tienen una importante bioactividad. Se ha demostrado que las antocianinas son efectivas en la inhibición del crecimiento de células cancerosas (Katsube *et al.*, 2003), por lo que se ha dedicado gran parte de los esfuerzos a investigar sus propiedades funcionales, su relación con enfermedades cardiovasculares y desarrollo de alimentos funcionales.

En la figura 3 se observa el contenido de antocianinas (en absorbancia a 544 nm) en algunas variedades de papas nativas.

**FIGURA 5.- CONTENIDO DE ANTOCIANINAS EN PAPAS NATIVAS (EN ABSORBANCIA A 544 nm)**



**Fuente:** Villacrés E.; Quilca N.; Monteros C. y Reinoso I. (2010).

### **Estabilidad de las Antocianinas**

Las antocianinas poseen una alta reactividad en diferentes condiciones (pH, temperatura, oxígeno, dióxido de azufre, compuestos carbonílicos, metales, etc.) que hacen que no sean muy estables y con ello modifiquen sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Sepúlveda y Lagos (2004), señalan algunos factores que afectan la estabilidad de las antocianinas:

- **Influencia del pH.** El pH tiene una marcada influencia en el color de las soluciones de antocianinas, se comportan como indicadores de pH debido a su naturaleza anfotérica. Bajo pH 3 las soluciones de antocianinas muestran una coloración roja más intensa, al incrementar los valores de pH de dichas soluciones el color normalmente va desvaneciendo hasta llegar a un punto en que desaparece el color en el rango de 4 a 5. Incrementos más altos en el valor de pH otorgan a la solución colores de la gama de los púrpuras o azules. La

disminución del pH, tiene un efecto estabilizante sobre los antocianos, particularmente en presencia de oxígeno. Esto puede explicarse porque el equilibrio, entre la forma catiónica coloreada y la pseudobase incolora, se desplaza hacia la primera, que es mucho más estable.

- **Formación de complejos con metales.** Las soluciones de antocianinas presentan decoloración bajo condiciones fisiológicas normales (pH 3 a 7) debido a la inestabilidad relativa de las bases anhidras, la co-pigmentación y otras reacciones se han demostrado que actúan para estabilizar los pigmentos antocianos, sin embargo la estabilización también puede resultar de la formación de complejos con algunos metales como aluminio, hierro, cobre y varios otros iones metálicos.
- **Interacción con ácido ascórbico.** Investigaciones sugieren que la degradación máxima de antocianinas ocurre bajo condiciones más favorables de oxidación del ácido ascórbico, lo que sugiere una posible interacción entre ambos componentes. Este ácido que actúa como antioxidante ha sido relacionado estrechamente con los compuestos polifenólicos, sin embargo, estudios indican que este ácido puede acelerar la degradación de las antocianinas.
- **Oxígeno.** El oxígeno es una de las causas importantes de la destrucción de las antocianinas, presentes en jugos y vinos tintos y por ende, de los concentrados de antocianos sólidos o líquidos. Por ello, es conveniente almacenarlos en atmósfera inerte (nitrógeno o anhídrido carbónico) y reducir a un mínimo el espacio de cabeza de los envases.
- **Temperatura.** Los tratamientos térmicos también influyen en la destrucción de las antocianinas. Existe una relación logarítmica entre la retención del color y la temperatura de los procesos de estabilización o

almacenamiento. Por lo tanto, para mejorar la retención de pigmentos hay que aplicar tratamientos térmicos de alta temperatura y corto tiempo, como también un almacenamiento a bajas temperaturas.

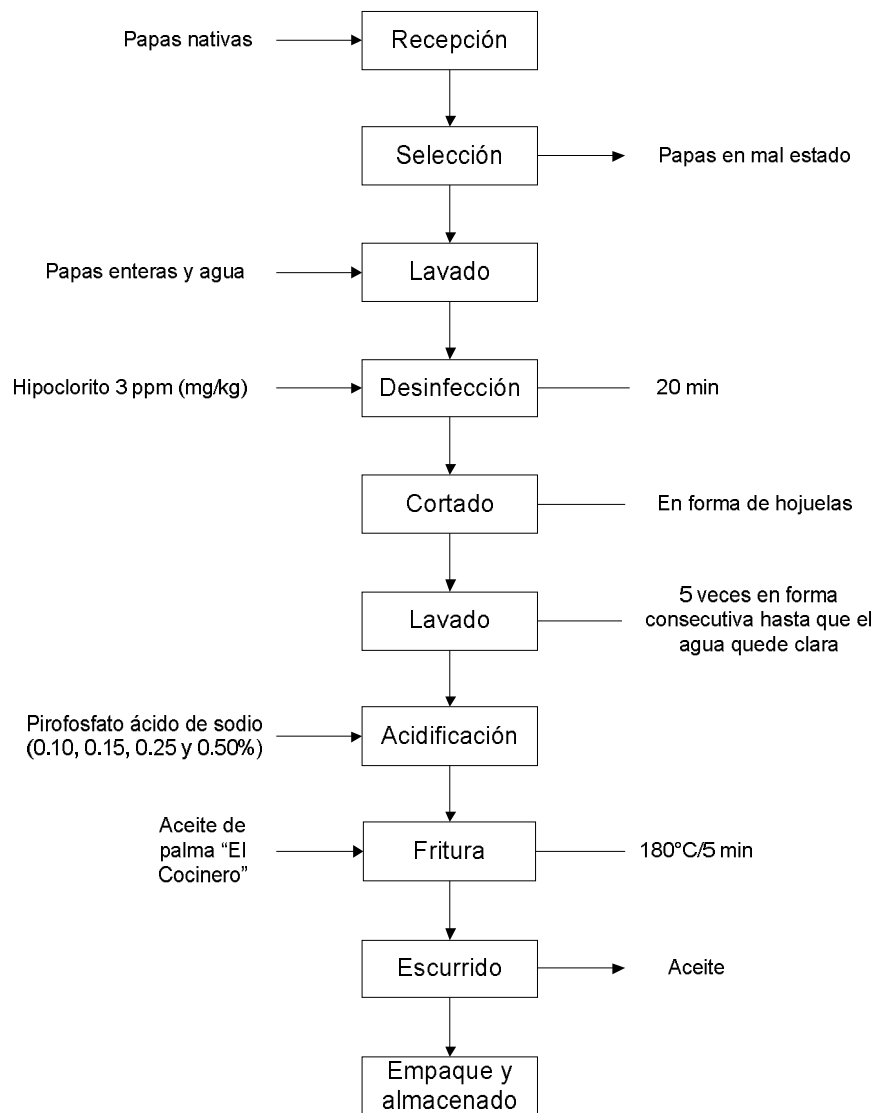
- **Enzimas.** Existe un número de enzimas, endógenas en la mayoría de los tejidos vegetales, las cuales se relacionan con la decoloración de las antocianinas. Generalmente han sido identificadas como glucosidasas o fenolasas las cuales catalizan la oxidación de compuestos fenólicos.



## 2.5.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA NATIVA

### 2.5.5.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA NATIVA

El diagrama de flujo del proceso de elaboración de hojuelas de papa nativa se presenta a continuación:



**Gráfico 2. Diagrama de flujo para la elaboración de hojuelas de papa nativa.**

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa.

## **2.5.5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA NATIVA.**

### **1. Recepción**

Se reciben papas nativas (*Pucashungo, Yanashungo y Yema de huevo*) de buena calidad que provienen directamente de los productores. Las papas fueron frescas, es decir, con menos de 24 horas desde su cosecha, con la finalidad de evitar que las papas muestren puntos negros, como efecto de la oxidación de la papa; cuanto más nueva es la papa menor es la oxidación, por lo tanto las papas maduras no serían adecuadas para elaborar papas chips.

### **2. Selección**

El objetivo que se persigue en esta etapa es separar las papas que se encuentren golpeadas, manchadas o que estén en mal estado y puedan contaminar al resto de los tubérculos. Las papas se seleccionan para descartar las que tienen daños, o no cumplen con especificaciones de tamaño y forma.

### **3. Lavado**

El lavado manual se realiza con la finalidad de eliminar la tierra adherida y cuerpos extraños. Esta operación consiste en sumergir las papas seleccionadas en un recipiente con agua para remover la tierra adherida y otras impurezas, en algunas ocasiones para mejorar el lavado se utiliza mangueras con agua a presión.

### **4. Desinfección**

Para esta etapa del proceso se utiliza Hipoclorito de sodio a una concentración de 3 ppm por 20 min con la finalidad de reducir hasta un número aceptable la carga microbiana superficial que puede encontrarse en las papas.

### **5. Rebanado**

Esta operación se realizó con una máquina rebanadora, la cual se opera manualmente, otorgando cortes uniformes de 2 mm de espesor. Consiste en cortar transversalmente las papas sin descascararlas, lo que da lugar a la formación de rebanadas.

## **6. Lavado**

Las papas en forma de hojuelas fueron lavadas por 5 veces consecutivas para eliminar el almidón. Cuando se cortan las papas en rodajas, queda almidón libre en la superficie, lo que favorece que se adhieran entre sí. Para evitar esto, el almidón se debe eliminar de la superficie mediante lavado antes de continuar con el proceso. El efecto del lavado sobre las rodajas de papas sin freír, se manifiesta especialmente por la disminución de los azúcares reductores.

## **7. Acidificación**

Se utilizó pirofosfato ácido de sodio al 0.10, 0.15, 0.25 y 0.50%, durante un tiempo de 30 min, para lograr un efecto estabilizante sobre las antocianinas mediante la disminución del pH, además sirvió para evitar el pardeamiento enzimático.

## **8. Fritura**

Su objetivo es cocinar el interior de la papa nativa, provocando la gelatinización del almidón. En términos generales las rodajas se sumergen en el aceite de palma caliente a una temperatura de 180°C por 3-4 minutos. Es importante que el proceso de fritura se lleve a cabo de forma adecuada, debido a que si la temperatura es elevada puede haber deterioro de las grasas y si la misma es muy baja aumenta el tiempo de cocción y se produce mayor absorción de grasa.

## **9. Escurrido**

Una vez fritas las hojuelas de papa nativa se mantendrán en una canasta metálica perforada hasta eliminar el exceso de aceite y mejorar así su presentación.

#### **10. Empaque y Almacenado**

Las hojuelas ya listas se empacaron en bolsas de celofán. Luego, las bolsas con el producto se almacenaron a temperatura ambiente para los análisis correspondientes.

### **2.6 HIPÓTESIS**

“Cual será el efecto del pirofosfato ácido de sodio sobre las antocianinas en la elaboración de hojuelas de papa nativa”

### **2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

VARIABLE INDEPENDIENTE:

Inaplicación de pirofosfato ácido de sodio.

VARIABLE DEPENDIENTE:

Bajo contenido de antocianinas presentes en hojuelas de papas nativas coloreadas (*Pucashungo, Yanashungo y Yema de huevo*).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE**

El presente trabajo es una investigación de enfoque tanto cualitativo (análisis de las características sensoriales) como cuantitativo (valoración de las propiedades físicas y químicas).

Se trata de una investigación que está orientada a la parte experimental, la perspectiva del estudio se lo puede relacionar a una dirección positiva, donde la generalización científica se basa en normas.

Se caracterizó a la materia prima (*Pucashungo, Yanashungo y Yema de huevo*), y se determinó la concentración de antocianinas antes y después del proceso. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente, mediante el programa estadístico Statgraphics Plus 7.0.

#### **3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El desarrollo de la presente investigación requirió de las siguientes modalidades, la primera, documental o bibliográfica con el fin de conocer diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diferentes autores sobre los aspectos referentes al tema. Siendo necesaria la revisión de libros, revistas científicas, tesis, trabajos de investigación e internet.

En la segunda, se consideró la investigación experimental, pues con ello se alcanza objetivos de predicción y control en relación con la hipótesis propuesta a prueba en el estudio. Además se puede reconocer el mejor tratamiento que tiene aceptabilidad entre catadores, obteniendo un producto de

gran relevancia en nuestro medio. La fase experimental se la llevó a cabo en el laboratorio de la UOITA, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato. Finalmente, a través de técnicas e instrumentos estadísticos se procedió al procesamiento de los datos para llegar a obtener resultados interpretables.

Y, por último la investigación de campo es aquella en que el mismo objeto de estudio sirve como fuente de información para el investigador. Consiste en la observación, directa y en vivo, de cosas, comportamiento de personas, circunstancia en que ocurren ciertos hechos; por ese motivo la naturaleza de las fuentes determina la manera de obtener los datos. Las técnicas usualmente utilizadas en el trabajo de campo para el acopio de material son: la encuesta, la entrevista, la grabación, la filmación, la fotografía, etc.; de acuerdo con el tipo de trabajo que se está realizando, puede emplearse una de estas técnicas o varias al mismo tiempo.

### **3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para la ejecución del proyecto se utilizaron los siguientes tipos de investigación:

**Investigación Exploratoria:** Este tipo de investigación reconoce, registra, o averigua con diligencia una cosa o un lugar.

Según Nieves Cruz (2006), la investigación exploratoria se puede definir de la siguiente manera: Explorar significa incursionar en un territorio desconocido. Por lo tanto, se emprende una investigación exploratoria cuando no conocemos el tema por investigar, o cuando nuestro conocimiento es tan vago e impreciso que nos impide sacar las más provisorias conclusiones sobre qué aspectos son relevantes y cuáles no.

Para explorar un tema relativamente desconocido se dispone de un amplio espectro de medios para recolectar datos en diferentes ciencias: bibliografía especializada, entrevistas y cuestionarios hacia personas, observación participante (y no participante) y seguimiento de casos.

La investigación exploratoria termina cuando, a partir de los datos recolectados, se adquiere el suficiente conocimiento como para saber qué factores son relevantes al problema y cuáles no. Hasta ese momento, se está ya en condiciones de encarar un análisis de los datos obtenidos de donde surgen las conclusiones y recomendaciones sobre la investigación.

**Investigación Explicativa:** Este tipo de investigación permite un análisis profundo de las causas del problema en donde se puede identificar las posibles soluciones e implementar estrategias necesarias.

**Investigación Correlacional:** este tipo de estudio descriptivo tiene como finalidad determinar el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Se caracterizan porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación. Aunque la investigación correlacional no establece de forma directa relaciones causales, puede aportar indicios sobre las posibles causas de un fenómeno. Este tipo de investigación descriptiva busca determinar el grado de relación existente entre las variables.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1 POBLACIÓN**

La presente investigación se basó en las necesidades de aquellos productores de papas nativas, por lo tanto se consideró como población las

papas nativas cultivadas por diferentes agricultores de las Provincias de Bolívar, Tungurahua y Chimborazo.

### **3.4.2 MUESTRA**

Se trabajó con papas de las variedades: *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo con cáscara*. El Consorcio de Productores del Ecuador suministró muestras de materia prima para el proceso de investigación, mismas que fueron cosechadas en la comuna de Tamboloma, perteneciente a Pilahuín, Provincia de Tungurahua.



### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**CUADRO 9. VARIABLE INDEPENDIENTE: Inaplicación de pirofosfato ácido de sodio**

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
La inaplicación de pirofosfato ácido de sodio se conceptualiza como: No utilización de pirofosfato ácido de sodio (polvo pulverizado anhidro, blanco), capaz de reaccionar en un medio como las hojuelas de papa, para optimizar el proceso de elaboración y dar un valor agregado al producto.	<p>Fosfatos ácidos</p> <p>Desarrollo de hojuelas</p> <p>Valor agregado</p>	<p><math>b_0 = 0,10\%</math>  <math>b_1 = 0,15\%</math>  <math>b_2 = 0,25\%</math>  <math>b_3 = 0,50\%</math></p> <p>Humedad  Sólidos totales  Análisis proximal  Azúcares reductores  Presencia de antocianinas</p> <p>Vida útil (índice de peróxido)  Recuento total de microorganismos</p>	<p>¿Se puede utilizar estos porcentajes?</p> <p>¿Factores como humedad, grasa y azúcares reductores son adecuados para la elaboración de hojuelas?</p> <p>¿Mediante la cuantificación de antocianinas se dispondrá de un alimento funcional?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Humedad. Método 930, 15 AOAC. 1996.</li> <li>➤ Azúcares reductores. Método 923.09 AOAC. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Análisis proximal.</li> </ul> </li> <li>➤ Determinación de antocianinas. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Análisis microbiológico.</li> <li>➤ Índice de peróxido.</li> </ul> </li> </ul>

**Elaborado por:** Gabriela Elizabeth Analuisa.

**CUADRO 10.- VARIABLE DEPENDIENTE: Bajo contenido de antocianinas en hojuelas de papas nativas (pucashungo, yanashungo y yema de huevo).**

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
<p>El bajo contenido de antocianinas se conceptualiza como: Pérdida de flavonoides fenólicos que provoca cambios en las propiedades sensoriales, percibidas por los consumidores, debido a modificaciones en la tecnología de elaboración de hojuelas por la adición de pirofosfato ácido de sodio.</p>	<p>Tecnología de elaboración</p> <p>Valoración de los consumidores</p> <p>Propiedades sensoriales</p>	<p>Materia prima</p> <p>Instrumentos y equipos</p> <p>Acceptabilidad</p> <p>Cataciones</p> <p>Observaciones</p> <p>Color</p> <p>Olor</p> <p>Sabor</p> <p>Textura</p> <p>Acceptabilidad</p>	<p>¿Se puede cambiar el tipo de materia prima y equipos para innovar la producción de hojuelas fritas?</p> <p>¿Se podrá determinar la aceptabilidad de las hojuelas mediante la catación del producto con sus debidas observaciones?</p> <p>¿Las propiedades sensoriales se verán potenciadas?</p>	<p>Análisis sensorial.</p> <p>Hojas de catación.</p>

**Elaborado por:** Gabriela Elizabeth Analuisa.

### 3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de datos se consideraron dos aspectos, los resultados experimentales con el fin de establecer estándares y los datos de la aceptabilidad del producto para lo cual se procedió a aplicar escalas hedónicas. Todas las actividades planteadas para la recolección de información fueron ejecutadas por el investigador, que involucran las siguientes técnicas:

- Observación
- Experimentación en laboratorio

Las observaciones para la investigación planteada se realizaron en el lugar de los hechos y durante la fase experimental, donde se obtuvieron datos para la solución del problema. El diseño experimental que se utilizó es un factorial A \* B, con tres replicas. Los factores y niveles de estudio fueron: A: variedad de papa con 3 niveles (*Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*) y B: concentración de pirofosfato ácido de sodio con 4 niveles (0.10, 0.15, 0.25 y 0.50%). En el cuadro 11 se muestran los factores y niveles del diseño experimental.

**CUADRO 11.- FACTORES Y NIVELES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL**

FACTOR	NIVEL	
Variedad de papa	Pucashungo	(a <sub>0</sub> )
	Yanashungo	(a <sub>1</sub> )
	Yema de huevo	(a <sub>2</sub> )
Concentración de pirofosfato ácido de sodio	0,10%	(b <sub>0</sub> )
	0,15%	(b <sub>1</sub> )
	0,25%	(b <sub>2</sub> )
	0,50%	(b <sub>3</sub> )

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa.

Dado que los tratamientos experimentales son la combinación de los niveles indicados, es claro que en cada réplica del experimento se ejecutó aleatoriamente doce tratamientos.

Luego del tratamiento con pirofosfato ácido de sodio, las hojuelas de papa se sometieron a fritura en aceite de palma "El Cocinero". Las hojuelas fritas se analizaron físico-química y sensorialmente. A continuación los resultados se analizaron en forma estadística para determinar el mejor tratamiento. Las hojuelas de papa sin ningún tratamiento se utilizaron como control y las hojuelas provenientes del mejor tratamiento fueron envasadas en recipientes plásticos y almacenadas para estimar su vida útil. Cada determinado tiempo se tomaron muestras de las hojuelas almacenadas y se realizaron análisis físico-químicos.

#### **Evaluación físico-química y microbiológica de las hojuelas con y sin tratamiento y almacenadas.**

- La humedad se determinó por la técnica de secado rápido en una balanza de Determinación de Humedad KERNMLS 50 – 3. (Anexo F1)
- La acidez (porcentaje de ácido cítrico) se determinó por titulación del sobrenadante valorado con Hidróxido de sodio 0.1N (Almenar, E., 2005). (Anexo F2)
- El pH de la fruta se determinó mediante un pHmetro OAKLON. (Anexo F3)
- La vitamina C fue determinada por el método volumétrico, en el cual la vitamina C decolora el indofenol (2,6 dicloro fenol indofenol) y la cantidad decolorada es proporcional a la cantidad de vitamina C en el alimento. Los resultados se expresaron en mg/100 g de muestra. (AOAC, "Methods of Analysis", 1980). (Anexo F4)
- Los azúcares reductores se determinaron por el método específico de azúcares reductores emitido por NEIKER TECNALIA (PEC\EN\V-058, 2008). (Anexo F5)

- La cuantificación de la concentración de antocianos corresponde a la medida del color total de la papa nativa. Las papas nativas se manejan siguiendo un protocolo de análisis para la obtención de antocianos totales basado en el método de Sanz (1999), reportado por Almenar, E. (2005). (Anexo F6)
- La calidad microbiológica del mejor tratamiento se evaluó por medio de un recuento total, hongos, levaduras y coliformes totales, utilizando cajas petri y siembras por profundidad y utilizando las normas INEN 1529-7, INEN 1529-5 e INEN1529-10. (Anexo F7)
- El cálculo del tiempo de vida se efectuó mediante el análisis del índice de peróxido en las hojuelas de papa obtenidas del mejor tratamiento. (Anexo F10)

### **3.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para efectuar el procesamiento de datos se emplearon programas específicos como Word, Statgraphics y Excel. Una vez obtenidos los datos en tablas de control, se procedió a tabular la información útil en el paquete informático Excel, para seguidamente procesar los mismos mediante las herramientas del mismo programa.

Para comprobar la hipótesis de igualdad de efectos de los tratamientos experimentales, se utilizaron tablas de análisis de varianza generadas en los paquetes informáticos Excel y Statgraphics. En caso de significancia estadística, para determinar el mejor tratamiento, se empleó la prueba de Tuckey generada en el paquete informático Statgraphics. El texto del informe se realizó en el paquete informático Microsoft Word 2007.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 RESULTADOS

Los resultados de los análisis físico – químicos y sensoriales de las hojuelas de papa nativa elaboradas en el laboratorio se presentan en el Anexo A (Tabla A1 – Tabla A 28). El análisis estadístico se presenta en el Anexo B (Varianza, Tabla B1 – Tabla B22) y en el Anexo C (Prueba de Tuckey, Tabla C1 – Tabla C13); y los gráficos en el anexo D (Gráfico D1 – Gráfico D13).

##### 4.1.1 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS

###### 4.1.1.1 Humedad

Dentro de los componentes nutritivos de la papa fresca, el que se encuentra en mayor concentración es el agua, que constituye alrededor del 80% del total.

<http://www.amigosdelciclismo.com/pesoforma/archivos/papa1.htm>

Mientras que, según la tabla de composición de alimentos de Costa Rica, las hojuelas de papa frita tienen una humedad de 2,6%.

En la tabla A1, se reportan los valores de porcentaje de humedad de las hojuelas sometidas al tratamiento con pirofosfato ácido de sodio. El contenido de humedad de las hojuelas de los tratamientos fluctúa entre 1,73% (*Pucashungo*) y 5,93% (*Yema de huevo*). En la tabla se puede observar que la humedad inicial de la papa nativa disminuye, debido a que en el proceso de fritura el alimento pierde agua, que se transforma en vapor, formándose una costra con numerosas cavidades y poros.

En general, se observa que los tratamientos con mayor contenido de pirofosfato ácido de sodio, para las tres variedades de papa nativa, presentan menor contenido de humedad, lo que es favorable ya que se evita que se produzca la oxidación y se mejora la estabilidad del producto.

El análisis de varianza que se reporta en la tabla B1 señala que existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) en el factor A (variedad de papa nativa), así como también en el factor B (porcentaje de pirofosfato ácido de sodio) con respecto al porcentaje de humedad; por ende se indica que el efecto combinado de la variedad de papa nativa y el porcentaje de pirofosfato ácido de sodio posee un efecto significativo.

En la tabla C1, al realizar la prueba de Tuckey, se demuestra que las hojuelas de papa de la variedad *Yema de huevo* con una concentración de 0,15% de pirofosfato ácido de sodio posee un mayor porcentaje de humedad con un valor promedio de 5,93%, mientras que la variedad *Pucashungo* con 0,50% de pirofosfato ácido de sodio posee el 1,72%.

En el gráfico D1 se observa la variación del porcentaje de humedad en las hojuelas de papa, indicando que las hojuelas de la variedad *Pucashungo* y *Yanashungo* contienen un menor porcentaje de humedad en relación a las de la variedad *Yema de huevo*.

#### **4.1.1.2 Sólidos totales**

Según Andrade H. (1997), una papa con alto contenido de materia seca resulta con una apariencia más harinosa después de cocida. El rendimiento de las papas que se industrializan para convertirlas en chips u hojuelas o papas fritas francesas, es tanto más elevado cuanto mayor sea el porcentaje de contenido de materia seca. A mayor contenido de materia seca del tubérculo existe un menor consumo de aceite para fritura, lo que reduce costos por requerir de menor cantidad de energía para evaporar el agua.

El contenido de sólidos totales de las hojuelas de papa nativa varía entre 94,07% y 98,26%, como se puede observar en la tabla A2. Como es de esperarse, el efecto es contrario al porcentaje de humedad; es decir, el porcentaje de materia seca aumenta.

En la tabla B2, se reporta el análisis de varianza, el cual nos demuestra que existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) para la interacción entre las variables A (variedad de papa nativa) y B (porcentaje de pirofosfato ácido de sodio.)

La prueba de Tuckey (tabla C2), presenta los promedios del porcentaje de sólidos totales, obteniendo un mayor porcentaje (98,26%) la variedad *Pucashungo* – 0,50% pirofosfato ácido de sodio. Y por el contrario, el menor porcentaje (94,07%) la variedad *Yema de huevo* – 0,15% pirofosfato ácido de sodio.

La variación del porcentaje de sólidos totales de las hojuelas de papa nativa se observa en el gráfico D2, donde la variedad *Yema de huevo* tiene un menor porcentaje en comparación con las variedades *Pucashungo* y *Yanashungo*.

Como conclusión, tenemos que al aumentar la concentración de pirofosfato ácido de sodio, el contenido de materia seca aumenta, ya que al momento de la fritura se está eliminando el contenido de agua en forma de vapor.

#### **4.1.1.3 Acidez**

La acidez titulable es una medida de cambios de concentración de ácidos orgánicos del alimento, los cuales influyen en el sabor, color y estabilidad de los mismos. El ácido cítrico es el que predomina en la papa, por lo que la acidez se expresa en porcentaje de ácido cítrico. En la tabla A3 se presentan los valores de acidez de hojuelas de papa nativa con pretratamiento de pirofosfato ácido de sodio, los cuales van de 0,072 a 0,176



(porcentaje de ácido cítrico). Se observa que la acidez va acrecentándose al aumentar la concentración de pirofosfato ácido de sodio independientemente de la variedad utilizada.

El análisis de varianza se reporta en la tabla B3, señalando que existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) tanto en el factor A (variedad de papa nativa), como en el factor B (porcentaje de pirofosfato ácido de sodio) con respecto a la acidez; pero, indica que el efecto combinado de la variedad de papa nativa y el porcentaje de pirofosfato ácido de sodio no posee ningún efecto significativo sobre esta respuesta experimental.

En el gráfico D3, se observa el porcentaje de ácido cítrico en las hojuelas de papa nativa con pretratamiento de pirofosfato ácido de sodio, estas demuestran un incremento de la acidez en las tres variedades estudiadas conforme se aumenta el porcentaje de pirofosfato ácido de sodio.

#### **4.1.1.4 pH**

El pH es una medida que se usa para indicar la acidez o alcalinidad de un alimento. Oscila entre los valores de 0 (más ácido) y 14 (más básico), 7 (neutro). El pH expresa la acidez real de un alimento y es un factor importante, ya que está relacionado con la resistencia al desarrollo de microorganismos indeseables, color, sabor y otros factores importantes.

El pH de los alimentos es uno de los principales factores que determina la supervivencia y crecimiento de los microorganismos durante el proceso, el almacenamiento y la distribución. Los valores de pH en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio varían entre 6,39 (*Yema de huevo* – 0,10% pirofosfato ácido de sodio) y 5,69 (*Yanashungo* – 0,50% pirofosfato ácido de sodio), los cuales se pueden observar en la tabla A4.

En la tabla B4 se observa el análisis de varianza del pH en hojuelas de papa con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio el cual nos indica que

existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) en el factor A (variedad de papa) y en el factor B (porcentaje de pirofosfato ácido de sodio), pero en la interacción AB no existe diferencia significativa.

La prueba de Tuckey para el factor AB se encuentra en la tabla C3, en la cual se presenta los valores promedios, teniendo un pH bajo (5,68) para la variedad *Pucashungo* – 0,5% pirofosfato ácido de sodio y un pH alto (6,39) para la variedad *Yema de huevo* – 0,1% pirofosfato ácido de sodio.

El pH de hojuelas de papa nativa se observa en el gráfico D4 en el cual se observa su disminución para el caso de todas las variedades analizadas, siendo esto un efecto positivo ya que esta disminución tiene un efecto estabilizante sobre las antocianinas. Vale señalar que el pH de las hojuelas de las variedades *Pucashungo* y *Yanashungo*, en todas sus concentraciones, es menor con respecto a los tratamientos con *Yema de huevo*.

#### **4.1.1.5 Vitamina C**

La determinación de vitamina C es importante, no solo desde el punto de vista nutricional, sino también como índice de la eficiencia de la técnica del procesamiento en productos, tales como jugos de frutas, purés, pastas, entre otros, en los cuales el ácido ascórbico es una de las vitaminas más lábiles, por lo que se recomienda un adecuado manejo de la misma.

En la tabla A5, se presentan los valores de concentración de vitamina C, expresados en mg de vitamina C/100 g, de las hojuelas de papa nativa, que están entre 5,25 (*Pucashungo* – 0,50% pirofosfato ácido de sodio) y 12,06 (*Yema de huevo* – 0,10 y 0,50% pirofosfato ácido de sodio). Es evidente, que la pérdida de vitamina C en las hojuelas corresponde al proceso de fritura que se da a la papa, lo cual generó la oxidación de compuestos bioactivos como la vitamina C. Además, la concentración de

vitamina C no depende de la concentración de pirofosfato ácido de sodio pero si de las variedades utilizadas.

El análisis de varianza que se reporta en la tabla B5, señala que existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) en el factor A (variedad de papa nativa), y en el factor B (porcentaje de pirofosfato ácido de sodio), con respecto a la concentración de vitamina C; el efecto combinado de la variedad de papa nativa y el porcentaje de pirofosfato ácido de sodio posee un efecto significativo.

En la tabla C4, mediante la prueba de Tuckey, se determinó que las hojuelas de papa de la variedad *Yema de huevo* – 0,10 y 0,50% pirofosfato ácido de sodio posee mayor concentración de vitamina C con un valor promedio de 12,06 mg/100 g, mientras que *Pucashungo* – 0,25% pirofosfato ácido de sodio y *Yanashungo* – 0,25% pirofosfato ácido de sodio poseen valores de 5,25 y 5,99 mg/100 g, respectivamente.

En el gráfico D5 se observa la variación del contenido de vitamina C en hojuelas de papa, indicando que la variedad *Yema de huevo* en todas sus concentraciones de pirofosfato ácido de sodio posee mayor contenido de vitamina C en relación a las hojuelas de papa de las variedades *Pucashungo* y *Yanashungo*.

#### **4.1.1.6 Azúcares reductores**

La glucosa y la fructosa son considerados azúcares reductores que tienen una influencia significativa en la elaboración de productos fritos porque influyen directamente en la formación del color y del sabor de los mismos. Si el contenido en azúcares reductores es alto, aparece un producto con color marrón oscuro y sabor amargo. (José Moreno, 2012)

Los valores de porcentaje de azúcares reductores de las hojuelas de papa nativa se observan en la tabla A6, los cuales están entre 0,13%

(*Pucashungo* – 0,10% pirofosfato ácido de sodio) y 0,40% (*Yanashungo* - 0,10% pirofosfato ácido de sodio).

En la tabla B6 se señala que existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) en el factor A (variedad de papa nativa), así como también en el factor B (porcentaje de pirofosfato ácido de sodio), con respecto al porcentaje de azúcares reductores; el efecto combinado de la variedad de papa nativa y el porcentaje de pirofosfato ácido de sodio también posee un efecto significativo.

La prueba de Tuckey para el factor AB de las hojuelas de papa nativa (tabla C5), presenta las medias del porcentaje de azúcares reductores, obteniendo un mayor porcentaje (0,50%) en la variedad *Yanashungo* – 0,10 y 0,15% pirofosfato ácido de sodio; y por el contrario, menor porcentaje (0,13%) la variedad *Pucashungo* – 0,10% pirofosfato ácido de sodio.

En el gráfico D6, se observa el porcentaje de azúcares reductores en las hojuelas de papa nativa con pretratamiento de pirofosfato ácido de sodio, donde se demuestra que la variedad *Pucashungo* tiene un menor porcentaje de azúcares reductores en relación a la variedad *Yanashungo* y *Yema de huevo*. Es importante destacar la variedad con menor porcentaje de azúcares reductores, ya que esto ayuda a evitar la formación de acrilamida.

#### **4.1.1.7 Antocianinas**

En la tabla A7, se reportan los valores de antocianinas de las hojuelas sometidas al tratamiento con pirofosfato ácido de sodio expresadas en nmoles de glucósido/g de papa. En ella se puede observar que existe una mayor cantidad de antocianinas en la variedad *Yanashungo* en comparación con la *Pucashungo* y más aun con la *Yema de huevo*. En general, al aumentar la concentración de pirofosfato ácido de sodio, la concentración de antocianinas también aumenta independientemente de la variedad analizada.

Al comparar el contenido de antocianinas en hojuelas antes y después de la fritura, se observa que en las tres variedades la hojuela cruda contiene una alta concentración de antocianinas (*Pucashungo* – 0,0522; *Yanashungo* – 0,0576; *Yema de huevo* – 0,0055 nmoles glucósido/g de papa); esta concentración después de la fritura disminuye, debido a que la temperatura de la misma da como resultado la pérdida del azúcar glicosilante en la posición 3 de la molécula y la apertura del anillo, con la consecuente producción de [chalconas](#) incoloras. (Timberlake, 1980). Para una mejor comprensión se realizó el análisis de antocianinas en una muestra patrón (hojuelas de las tres variedades sin tratamiento con pirofosfato ácido de sodio), obteniendo valores de: *Pucashungo* (0,0081), *Yanashungo* (0,0271) y *Yema de huevo* (0,0009 nmoles glucósido/g de papa); observando que la adición de pirofosfato ácido de sodio en todas sus concentraciones, ayuda a preservar el contenido de antocianinas en las hojuelas fritas de las tres variedades.

Lo anterior se evidencia al comparar el contenido de antocianinas de las hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* antes de la fritura (0,052), después de la fritura sin pirofosfato (0,008) y después de la fritura con pirofosfato (0,016); de las hojuelas de *Yanashungo*: 0.058, 0.027 y 0.031, respectivamente; y, de las hojuelas de *Yema de huevo*: 0.006, 0.001 y 0.002, respectivamente.

El análisis de varianza que se reporta en la tabla B7, señala que existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) en el factor A (variedad de papa nativa), así como también en el factor B (porcentaje de pirofosfato ácido de sodio) con respecto a la cantidad de antocianinas; lo cual indica que la interrelación de la variedad de papa nativa y el porcentaje de pirofosfato ácido de sodio también posee un efecto significativo.

En la tabla C6, al realizar la prueba de Tuckey, se demuestra que las hojuelas de papa de la variedad *Yanashungo* – 0,50% pirofosfato ácido de sodio posee una cantidad mayor de antocianinas con un valor promedio de

0,03447 nmoles de glucósido/g de papa, mientras que la variedad *Yema de huevo* – 0,10% pirofosfato ácido de sodio posee el 0,00150 nmoles de glucósido/g de papa.

En el gráfico D7, se observa la variación de la cantidad de antocianinas en las hojuelas de papa, destacándose que las hojuelas de las variedades *Yanashungo* y *Pucashungo* tienen una mayor cantidad de antocianinas en relación a la variedad *Yema de huevo*, en razón a que las dos primeras son variedades coloreadas de morado y rojo, características de la presencia de antocianinas.

#### **4.1.2 ACIDEZ, ÍNDICE DE ACIDEZ E ÍNDICE DE PERÓXIDO DEL ACEITE RESULTANTE DE LA FRITURA**

La importancia del aceite utilizado en la fritura es determinante, tanto en la calidad degustativa y nutricional, como desde un punto de vista del rendimiento y del costo. La función del aceite durante el proceso es ser el medio transmisor del calor y a su vez aportar sabor y textura a los alimentos. El aceite absorbido le imparte al alimento olor, sabor y color, además, favorece la palatabilidad. Por esto, si el aceite tiene sabor u olor extraño, el alimento en este caso lo tendrá.

Para evaluar la calidad del aceite resultante de la fritura se consideró parámetros cuantitativos como: acidez, índice de acidez e índice de peróxido.

Se procedió a calcular la acidez y el índice de acidez del aceite resultante después de la fritura de todos los tratamientos (Tabla A8). El grado de acidez equivale al porcentaje de ácidos grasos libres en un aceite (oleico, palmítico, etc.). La acidez indica la alteración de los triglicéridos por hidrólisis química. El valor de acidez (porcentaje de ácido palmítico) es de 0,164% correspondiente a la muestra tomada después de la fritura de hojuelas de papa nativa; y para el caso del blanco (aceite sin utilizar), el

porcentaje de acidez fue de 0,108%. Como se puede apreciar, el porcentaje de acidez de las muestras se mantiene dentro de las normas, ya que este no debe contener más del 3% de acidez libre, por lo que no hay deterioro del aceite por efecto de la temperatura después del proceso de fritura.

Se determinó el índice de acidez del aceite resultante de la fritura, este índice se utiliza como una medida de la cantidad de ácidos grasos libres presentes en el aceite, lo cual favorece la formación de humo y/o sabores indeseables. Se expresa por el número de mg de hidróxido de sodio necesario para neutralizar la acidez presente en 1 g de grasa. En la tabla A8 se puede observar los valores del índice de acidez del aceite después de la fritura de las hojuelas de papa siendo (0,359); mientras que el índice de acidez del aceite antes de la fritura es de 0,236.

En la tabla A9, se reporta el índice de peróxido del aceite resultante de la fritura, el cual es de 3,020 meqO<sub>2</sub>/kg, mismo que se mantiene dentro de las especificaciones de normas INEN 1640, que no debe contener más de 10 meqO<sub>2</sub>/kg.

#### **4.1.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS SENSORIALES DE LAS HOJUELAS DE PAPA NATIVA**

El análisis sensorial se refiere a la medición científica de los atributos de un producto que deben ser percibidos por los sentidos del gusto, olfato, oído, vista y tacto. Se basa en catas en las que pueden participar personas entrenadas o consumidores; y es utilizado para caracterizar y establecer diferencias con respecto a los atributos sensoriales de los productos y de esta manera establecer su aceptabilidad por parte de los consumidores.

#### 4.1.3.1 Color

Es la primera sensación que se percibe y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor. (Rodríguez, 2009).

El color de los alimentos y su relación con la composición que presentan, ofrece información sobre sus valores biofuncionales que pueden ser detectados rápidamente por los investigadores. El color será determinante para que los consumidores conozcan con mayor profundidad la carga nutricional que presentan los alimentos. (Heredia, 2009).

En las tablas A10, A11 y A12, se muestra la apreciación de los catadores sobre el atributo color en hojuelas de papa nativa con pretratamiento de pirofosfato ácido de sodio de las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*, respectivamente. Se considera una escala hedónica entre 1 (muy desagradable) y 5 (muy agradable).

El color de las hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* se encuentra entre 3,6 (0,50% pirofosfato ácido de sodio) y 3,8 (0,10 y 0,15% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “ni agrada ni desagrada”. Mientras que el color de las hojuelas de la variedad *Yanashungo* se encuentran entre 3,2 (0,10% pirofosfato ácido de sodio) y 3,3 (0,15, 0,25 y 0,50% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “ni agrada ni desagrada”. Finalmente, el color de las hojuelas de la variedad *Yema de huevo* se encuentra entre 3,7 (0,25% pirofosfato ácido de sodio) y 4,0 (0,10, 0,15 y 0,50% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “ni agrada ni desagrada”. Sin embargo, la calificación promedio del color de la variedad *Yanashungo* (3,3) es menor con respecto a la *Pucashungo* (3,7); y estas a su vez, son menores a la variedad *Yema de huevo* (3,9).



En la tabla B8, se encuentra el análisis de varianza para el atributo color de la variedad *Pucashungo*, en ella se observa que no hay diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) para el factor A (tratamientos), pero no así en el efecto B (Catadores) en el que si existe una diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ).

El análisis de varianza para el color de la variedad *Yanashungo* se encuentra en la tabla B9, en la cual el factor A (tratamientos) no presenta diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ), caso contrario sucede con el factor B (catadores).

No existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) en el análisis de varianza para la variedad *Yema de huevo* ni en el factor A (tratamientos) y tampoco en el factor B (catadores) como se puede observar en la tabla B10.

En el gráfico D8 se puede apreciar de mejor manera los valores otorgados por los catadores para las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*. Se observa que las hojuelas de la variedad *Yema de huevo* proporciona los mejores valores en color, seguido por *Pucashungo* y finalmente la *Yanashungo*, lo cual esta correlacionado al color amarillo, típico de las hojuelas de papa.

#### **4.1.3.2 Olor**

Nuestro olfato es el sentido encargado de detectar y procesar los olores, percibiendo las sustancias químicas volátiles que desprenden los alimentos. El aroma es una propiedad organoléptica que viene dada por diferentes sustancias volátiles presentes en los alimentos, bien de manera natural u originada durante su procesado. (Gimferrer, 2008)

La valoración de los catadores sobre el olor de las hojuelas de las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo* se puede observar en las tablas A13, A14 y A15, respectivamente. Uno de los factores que causa grandes pérdidas de aroma en los alimentos es su elaboración.

Procesos como la fermentación, enlatado o tratamiento térmico de los alimentos pueden ser motivo importante de alteración de los aromas, puesto que las altas temperaturas desatan gran cantidad de reacciones químicas.

El olor de las hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* se encuentra entre 3,5 (0,50% pirofosfato ácido de sodio) y 3,6 (0,10 y 0,15% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “ni agrada ni desagrada”. Mientras que el olor de las hojuelas de la variedad *Yanashungo* se encuentran entre 3,6 (0,15% pirofosfato ácido de sodio) y 3,8 (0,25% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “ni agrada ni desagrada”. Finalmente, el olor de las hojuelas de la variedad *Yema de huevo* se encuentra entre 3,7 (0,10% pirofosfato ácido de sodio) y 3,9 (0,15 y 0,50% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “ni agrada ni desagrada”. Sin embargo, la calificación promedio del olor de la variedad *Pucashungo* (3,6) es menor con respecto a la *Yanashungo* (3,7); y estas a su vez, son menores a la variedad *Yema de huevo* (3,8).

El análisis de varianza se encuentra en las tablas B11, B12 y B13, para el atributo olor de la variedad *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*, se observa que no hay diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) para el factor A (tratamientos) y tampoco para el factor B (Catadores) en el caso de las tres variedades.

Se puede tener una mejor apreciación de los valores concedidos por los catadores en el gráfico D9, de las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*.

#### 4.1.3.3 Sabor

El sabor es la impresión que nos causa un alimento u otra sustancia y está determinado principalmente por sensaciones alucinógenas combinadas detectadas por el gusto (paladar) así como por el olfato (olor). El sabor puede definirse como la suma de aquellas características de cualquier material introducido en la boca y percibido por los sentidos de gusto y olfato, así como la sensaciones químicas térmicas o dolorosas (táctil superficial) bucales tal como son recibidas e interpretadas por el cerebro o más sencillamente como la combinación de gusto y olfato evocadas por una sustancia en la boca (QuimiNet, 2008).

Los catadores dieron su criterio sobre el sabor de las hojuelas, estas se encuentran en las tablas A16, A17 y A18 de las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*, respectivamente. Para el caso de la variedad *Pucashungo* se obtuvo un mejor promedio en el tratamiento  $a_0b_3$  (0,50% de pirofosfato ácido de sodio), con la variedad *Yanashungo* el mejor promedio fue para el tratamiento  $a_1b_2$  (0,25% de pirofosfato ácido de sodio) y por último el mejor promedio fue el del tratamiento  $a_2b_3$  (0,50% de pirofosfato ácido de sodio) para la variedad *Yema de huevo*.

El sabor de las hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* se encuentra entre 3,7 (0,10 y 0,15% pirofosfato ácido de sodio) y 4,4 (0,50% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “muy agradable”. Mientras que el sabor de las hojuelas de la variedad *Yanashungo* se encuentran entre 3,1 (0,15% pirofosfato ácido de sodio) y 3,6 (0,50% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “ni agrada ni desagrada”. Finalmente, el sabor de las hojuelas de la variedad *Yema de huevo* se encuentra entre 3,4 (0,10% pirofosfato ácido de sodio) y 4,3 (0,50% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “muy agradable”. Sin embargo, la calificación promedio del sabor de la variedad *Yanashungo* (3,4) es menor con respecto

a la *Yema de huevo* (3,8); y estas a su vez, son menores a la variedad *Pucashungo* (3,9).

El análisis de varianza se encuentra en las tablas B14, B15 y B16, para el atributo sabor de la variedad *Pucashungo*, se observa que si hay diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) para el factor A (tratamientos) pero para el factor B (Catadores) no existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ). Para la variedad *Yanashungo* en la tabla B15, se muestra que en el factor A (tratamientos) no hay diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ), caso contrario sucede con el factor B (catadores) en el que si encontramos diferencia significativa. Y existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) para el factor A (tratamientos) mientras que para el factor B (catadores) no existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) en el caso de la variedad *Yema de huevo*.

En la tabla C7, tenemos la prueba de Tuckey para la variedad *Pucashungo*, obteniendo como mejor tratamiento las hojuelas sometidas al pretratamiento con el 0,50% de pirofosfato ácido de sodio ( $a_0b_3$ ) con un promedio de 4,4. La prueba de Tuckey para la variedad *Yema de huevo* la observamos en la tabla C8, con un mayor promedio (4,3) el tratamiento  $a_2b_3$  (0,50% de pirofosfato ácido de sodio).

En el gráfico D10, tenemos la apreciación de los catadores con respecto al sabor de las hojuelas de las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*.

#### 4.1.3.4 Textura

La textura es uno de los atributos primarios que, junto con el aspecto, sabor y olor, conforman la calidad sensorial de los alimentos. Cuando se quiere evaluar este aspecto de la calidad, o de alguno de los atributos que la integran, es decir, el resultado de las sensaciones que los humanos experimentamos al ingerir el alimento, el único camino de que en principio dispone es preguntárselo a si mismo, ya que la calidad sensorial no es una propiedad intrínseca del alimento, sino el resultado de la interacción entre éste y nuestros sentidos. El análisis de la composición química y de las propiedades físicas de un producto aporta información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que éste experimenta al ingerirlo (Costell, 2011).

En las tablas A19, A20 y A21, se muestran los datos entregados por los catadores en relación a la textura de las hojuelas de papa nativa de las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*, respectivamente. En la variedad *Pucashungo* se observó que el mejor promedio fue para el tratamiento  $a_0b_3$  (0,50% de pirofosfato ácido de sodio), con la *Yanashungo* el tratamiento  $a_1b_0$  (0,10% de pirofosfato ácido de sodio) obtuvo el promedio más alto y en la *Yema de huevo* el mejor promedio fue del tratamiento  $a_2b_3$  (0,50% de pirofosfato ácido de sodio).

La textura de las hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* se encuentra entre 4,1 (0,10% pirofosfato ácido de sodio) y 4,6 (0,50% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “muy agradable”. Mientras que la textura de las hojuelas de la variedad *Yanashungo* se encuentran entre 2,0 (0,15% pirofosfato ácido de sodio) y 3,6 (0,10% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “desagradable” y “agradable”. Finalmente, la textura de las hojuelas de la variedad *Yema de huevo* se encuentra entre 2,7 (0,10 y 0,15% pirofosfato ácido de sodio) y 4,4 (0,50% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “ni agrada ni desagrada”. Sin embargo, la

calificación promedio de la textura de la variedad *Yanashungo* (2,9) es menor con respecto a la *Yema de huevo* (3,5); y estas a su vez, son menores a la variedad *Pucashungo* (4,3).

En el atributo sabor de la variedad *Pucashungo* no existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) ni en el factor A (tratamientos) y tampoco en el factor B (catadores). Para la variedad *Yanashungo* en el análisis de varianza se observa que si hay diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) tanto en el factor A (tratamientos) como en el factor B (catadores). Y por último en la variedad *Yema de huevo* si existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) en el factor A (tratamientos) y lo contrario sucede en el factor B (catadores) en el que no hay diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ). Todos estos datos de análisis de varianza de las hojuelas de papa se las puede observar en las tablas B17, B18 y B19.

Las pruebas de Tuckey de las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo* se encuentran en las tablas C9, C10 y C11, respectivamente. La prueba de Tuckey para la variedad *Pucashungo*, demuestra que el mejor tratamiento fue el de las hojuelas sometidas al pretratamiento con el 0,50% de pirofosfato ácido de sodio ( $a_0b_3$ ) con un promedio de 4,6. Para la *Pucashungo* el mejor tratamiento ( $a_1b_0$ ) obtuvo un promedio de 3,6. Y para la variedad *Yema de huevo* observamos en la tabla C11 con un mayor promedio (4,4) el tratamiento  $a_2b_3$  (0,50% de pirofosfato ácido de sodio).

Las variedades *Pucashungo* y *Yema de huevo* según la apreciación de los catadores tenían una mejor textura en comparación con la variedad *Yanashungo* como se puede observar en el gráfico D11.

#### 4.1.3.5 Aceptabilidad

La aceptabilidad es la expresión del grado de gusto o disgusto, cuando se pregunta acerca de un alimento o muestra preparada y consumida (Cardello y Maller, 1982).

La aceptabilidad de un producto puede verse influenciada por una serie de factores entre los cuales están los factores fisiológicos internos que regulan el hambre y la sed (Weisberg, 1974).

La aceptabilidad de las hojuelas de papa nativa fue evaluada con diferentes catadores cuyos datos se presentan en las tablas A22, A23 y A24, para las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*, respectivamente. El mejor promedio fue para el tratamiento  $a_0b_3$  (0,50% de pirofosfato ácido de sodio) en la variedad *Pucashungo*, con la *Yanashungo* el tratamiento  $a_1b_2$  (0,25% de pirofosfato ácido de sodio) obtuvo el promedio más alto y el mejor promedio para la variedad *Yema de huevo* fue del tratamiento  $a_2b_3$  (0,50% de pirofosfato ácido de sodio).

La aceptabilidad de las hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* se encuentra entre 3,9 (0,15 y 0,25% pirofosfato ácido de sodio) y 4,4 (0,50% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “muy agradable”. Mientras que la aceptabilidad de las hojuelas de la variedad *Yanashungo* se encuentran entre 2,9 (0,15% pirofosfato ácido de sodio) y 3,5 (0,25% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “ni agrada ni desagrada” y “agradable”. Finalmente, la aceptabilidad de las hojuelas de la variedad *Yema de huevo* se encuentra entre 3,4 (0,10 y 0,15% pirofosfato ácido de sodio) y 4,4 (0,50% pirofosfato ácido de sodio), que corresponde a la escala entre “agradable” y “ni agrada ni desagrada”. Sin embargo, la calificación promedio de la aceptabilidad de la variedad *Yanashungo* (3,3) es menor con respecto a la *Yema de huevo* (3,9); y estas a su vez, son menores a la variedad *Pucashungo* (4,0).

El análisis de varianza del atributo aceptabilidad se puede observar en las tablas B20, B21 y B22, de las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*. Si existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) para los dos factores de la variedad *Pucashungo*. En la variedad *Yanashungo* si hay diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) en el factor A (tratamientos) pero también en el factor B (catadores). Y para la variedad *Yema de huevo* si existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) en el factor A (tratamientos) y en con el factor B (catadores).

Para las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo* la prueba de Tuckey se encuentra en las tablas C12, C13 y C14, respectivamente. El mejor tratamiento fue el de las hojuelas sometidas al pretratamiento con el 0,50% de pirofosfato ácido de sodio ( $a_0b_3$ ) con un promedio de 4,4 en el caso de la variedad *Pucashungo*. La prueba de Tuckey para la variedad *Yanashungo*, demuestra que el mejor tratamiento ( $a_1b_2$ ) obtuvo un promedio de 3,5. Y para la variedad *Yema de huevo* observamos con un mayor promedio (4,4) el tratamiento  $a_2b_3$  (0,50% de pirofosfato ácido de sodio). En el gráfico D12, se puede observar de mejor manera la apreciación de los catadores hacia la aceptabilidad de las hojuelas de papa nativa de las variedades *Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*.

#### **4.1.4 DETERMINACIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO**

Para la elección del mejor tratamiento se debe tomar en cuenta las exigencias del producto en términos de calidad sanitaria, organoléptica y nutricional. El mejor tratamiento se determinó evaluando la etapa de fritura al que se sometieron las hojuelas de papa de las tres variedades (*Pucahungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*). En la fritura la temperatura influye en la destrucción de las antocianinas, debido a que existe una relación logarítmica entre la retención del color y la temperatura de los procesos de estabilización o almacenamiento. Por lo tanto, para mejorar la retención de pigmentos hay



que aplicar tratamientos térmicos de alta temperatura y corto tiempo. Razón por la cual en esta investigación, se evita la pérdida de color con el uso de pirofosfato ácido de sodio a concentraciones de 0.10, 0.15, 0.25 y 0.50%.

En el análisis sensorial realizado a todos los tratamientos, de acuerdo a sus variedades se toma como mejores tratamientos a:  $a_0b_3$  (*Pucashungo* – 0,5% de pirofosfato ácido de sodio), debido a que tuvo un mejor promedio en relación a los demás tratamientos en los atributos de sabor (4,4), textura (4,6) y aceptabilidad (4,4);  $a_1b_2$  (*Yanashungo* – 0,25% de pirofosfato ácido de sodio) con mejor promedio en los atributos de olor (3,8), sabor (3,6) y aceptabilidad (3,5); y por último,  $a_2b_3$  (*Yema de huevo* – 0,5% de pirofosfato ácido de sodio) sobresaliendo en los atributos de color (4,0), olor (3,9), sabor (4,3), textura (4,4) y aceptabilidad (4,4).

Después del análisis físico – químico realizado a las hojuelas de papa nativa (*Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*) con pretratamiento de pirofosfato ácido de sodio a diferentes concentraciones (0.10, 0.15, 0.25 y 0.50%), se concluye estadísticamente que el tratamiento  $a_0b_3$  que corresponde a la variedad *Pucashungo* con pretratamiento al 0,50% de pirofosfato ácido de sodio, es el que presentó: mayor concentración de antocianinas después de la fritura (0,0177 nmoles glucósido/g de papa), menor porcentaje de humedad (1,73%), mayor contenido de sólidos totales (98,27%) y bajo contenido de azúcares reductores (0,017%); mejorando así el color y manteniendo la textura aceptable. Además se hizo énfasis en trabajar con materia prima apta para la fritura, alto contenido de antocianinas al inicio y al final del proceso y la conservación de la mayor cantidad de nutrientes posible; decidiendo que el mejor tratamiento es  $a_0b_3$  (*Pucashungo* – 0,5% de pirofosfato ácido de sodio), debido a todo lo mencionado anteriormente. El mejor tratamiento,  $a_0b_3$  (*Pucashungo* – 0,5% de pirofosfato ácido de sodio), fue sometido a análisis microbiológico, análisis proximal y evaluación del tiempo de vida útil a temperatura ambiente. En adición, se determinó el contenido y el costo del producto.

#### **4.1.4.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL MEJOR TRATAMIENTO DURANTE EL ALMACENAMIENTO A TEMPERATURA AMBIENTE**

El análisis microbiológico de alimentos no tiene carácter preventivo sino que simplemente es una inspección que permite valorar la carga microbiana. Por tanto, no se puede lograr un aumento de la calidad microbiológica mediante el análisis microbiológico sino que lo que hay que hacer es determinar en la industria, cuáles son los puntos de riesgo de contaminación o multiplicación microbiana evitarlos siguiendo un código estricto de Buenas Prácticas de Elaboración y Distribución del alimento (BPE).

El análisis microbiológico de las hojuelas de papa de la variedad *Pucashungo* – 0,50% pirofosfato ácido de sodio se realizó en almacenamiento a temperatura ambiente, considerando como límite la calidad sensorial del producto en términos de textura y sabor, determinándose la estabilidad de las hojuelas en 53 días, tiempo en el cual, el recuento total alcanzó 103, mohos y levaduras 99 y coliformes 14 ufc/g.

##### **4.1.4.1.1 Aerobios mesófilos**

Son microorganismos que necesitan oxígeno para desarrollar sus funciones vitales, adicionalmente no viven en temperaturas extremas. En este grupo se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 30°C en las condiciones establecidas. En este recuento se estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos. Refleja la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación y las condiciones higiénicas de la materia prima. El recuento de mesófilos nos indica las condiciones de salubridad de algunos alimentos (Cano, 2012).

Se puede apreciar en la tabla A25, los valores de mesófilos totales en ufc/g en las hojuelas de la variedad *Pucashungo* con 0,50% de pirofosfato ácido de sodio, entre 2,3 ufc/g (0 días) y 103,0 ufc/g (53 días). Se debe

mencionar que existe una carga microbiana baja debido a que se sometió a un tratamiento térmico de fritura, el cual causa un efecto positivo con respecto al bajo contenido de microorganismos.

Se observa en el gráfico D13, que conforme va transcurriendo el tiempo las colonias de aeróbios mesófilos van aumentando.

Los resultados del análisis microbiológico de mesófilos totales (entre 2,3 y 103,0 ufc/g) que se muestran en la tabla A25, indican que la cantidad de microorganismos presentes en el producto se encuentran dentro de los valores permitidos, señalado por la Norma Sanitaria sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano (Anexo F8); mismo que señala los límites mínimo y máximo de aeróbios mesófilos entre  $1 \cdot 10^4$  y  $1 \cdot 10^5$  ufc/g, respectivamente. En conclusión las hojuelas de papa nativa con adición de pirofosfato ácido de sodio se encuentran dentro de los parámetros establecidos por las normas, es decir, son aptas para el consumo.

#### **4.1.4.1.2 Mohos y levaduras**

Los hongos y las levaduras se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente, pueden encontrarse como flora normal de un alimento, o como contaminantes en los equipos. Ciertas especies de hongos y levaduras son útiles en la elaboración de algunos alimentos, sin embargo también pueden ser causantes de la descomposición de otros alimentos. Debido a su crecimiento lento y a su baja competitividad, los hongos y levaduras se manifiestan en los alimentos donde el crecimiento bacteriano es menos favorable. Estas condiciones pueden ser bajos niveles de pH, baja humedad, alto contenido en sales o carbohidratos, baja temperatura de almacenamiento, la presencia de antibióticos o la exposición del alimento a la irradiación (Ashbolt, 2001).

Mohos y levaduras crecen en valores de pH 5 y aún en valores inferiores, por lo que generalmente sustituyen a las bacterias en los alimentos ácidos. Además, la mayoría de mohos y algunas levaduras toleran bajas  $a_w$  (aproximadamente inferiores a 0.95) mucho mejor que la mayoría de las bacterias; incluso a valores por debajo de 0.75, algunos mohos y levaduras son los únicos organismos que pueden crecer. Por lo tanto los mohos y levaduras son agentes alterantes de un gran número importante de alimentos. (Castillo, 2001)

En la tabla A26, se observa la cantidad de colonias de mohos y levaduras del mejor tratamiento de hojuelas de papa nativa y se señala que existe una mínima contaminación 2,7 ufc/g (0 días) llegando a 99,0 ufc/g (53 días).

En el gráfico D14, se observa el incremento de mohos y levaduras en las hojuelas de papa de la variedad *Pucashungo* con el 0,50% de pirofosfato ácido de sodio conforme transcurre el tiempo.

Por lo antes mencionado, podemos concluir que la tecnología aplicada en el proceso de elaboración de hojuelas de papa nativa es correcta en términos microbiológicos, ya que la contaminación no es elevada. De acuerdo a la Norma Sanitaria sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano, el recuento de mohos mínimo es  $1 \cdot 10^2$  y como límite máximo tenemos  $1 \cdot 10^3$  ufc/g, encontrándose dentro de este parámetro los recuentos de la presente investigación.

#### 4.1.4.1.3 Coliformes y *E. coli*

La presencia de bacterias coliformes en los alimentos no significa necesariamente que hubo una contaminación fecal o que hay patógenos presentes. Las bacterias coliformes son particularmente útiles como componentes de criterios microbiológicos para indicar contaminación postproceso térmico. Estos organismos se eliminan fácilmente por tratamiento térmico, por lo cual su presencia en alimentos sometidos al calor sugiere una contaminación posterior al tratamiento térmico o que éste ha sido deficiente. Esto debería generar la determinación del punto del proceso donde se produjo la contaminación. Si se obtiene un recuento elevado en alimentos que han sufrido un proceso térmico, debe considerarse que existieron fallas (ausencia o deficiencia) en la refrigeración post-cocción.

En la tabla A27, se observa los valores de coliformes entre 0 (0 días) y 14 ufc/g (53 días) en hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50%, donde se puede apreciar una mínima contaminación por presencia de coliformes. Según la Norma Sanitaria sobre Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano (Anexo F8), las hojuelas admiten como mínimo 10 ufc/g y como límite máximo  $1 \cdot 10^2$  ufc/g, puesto que muchos de ellos pueden encontrarse en el ambiente, lo cuál explica la presencia de coliformes en el producto. En el gráfico D15, se observa el incremento de las colonias de coliformes conforme transcurre el tiempo. Vale señalar que no se detectó presencia de *E. coli*.

#### **4.1.4.2 DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS HOJUELAS DE PAPA NATIVA VARIEDAD *PUCASHUNGO* CON PRETRATAMIENTO AL 0,50% DE PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO**

En la elaboración de hojuelas de papas, la materia grasa que se emplea cumple dos funciones; agente de procesamiento, es decir, es un medio de transferencia de calor y un ingrediente importante que aumenta el valor calórico del alimento y le imparte además caracteres organolépticos agradables como color dorado, textura crujiente e incrementa su palatabilidad. Sin embargo, las hojuelas durante la fritura absorben un alto porcentaje de materia grasa, por lo que la vida útil del producto queda limitada por el deterioro que experimenta la materia grasa durante el almacenamiento. (Labuza, 1982)

Cuando los aceites son recientes, usualmente tienen índices de peróxidos bajos, inferiores a 10 meqO<sub>2</sub>/kg. Si este valor se eleva a niveles entre 20 y 40, es notable el sabor rancio; para este estudio se tomó como límite crítico el valor de 10 meqO<sub>2</sub>/kg.

Los datos del índice de peróxido se muestran en la tabla A28, en hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50%, para evaluar su tiempo de vida útil. Teniendo como valor inicial un índice de peróxido de 1,31 meqO<sub>2</sub>/kg y llegando como límite máximo a 8,76 meqO<sub>2</sub>/kg.

En muchos casos la vida de anaquel de un alimento no sigue un determinado orden de degradación, por lo que el valor de n puede ser diferente de cero; puede ser un valor entero o fraccionado entre 0 y 2. Los alimentos que se deterioran por orden uno, corresponde a una ecuación de cinética de primer orden.

Matemáticamente se expresa por:

$$\ln C = Kt + \ln C_0$$

En la ecuación anterior se despejó el tiempo y se tiene:

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{k}$$

Considerando la ecuación del gráfico D18, se tiene:

$$r = 0.9758$$

$$\ln C_0 = 0,355$$

$$k = 0,0479$$

C = 10 (meqO<sub>2</sub>/kg), valor experimental que se considera como limite del índice de peróxido en hojuelas de papa.

$$t = \frac{\ln 10 - 0,355}{0,0479}$$

$$t = 40,65 \text{ días}$$

Por lo tanto, se considera que a temperatura ambiente (23°C), la vida útil de las hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,5%, es de 41 días, teóricamente.

Según la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), la cual realizó un estudio a nivel planta piloto para el desarrollo de puré deshidratado, harina espesante para sopas, cremas y salsas, y papas pre-cocidas fritas pre-congeladas a partir de la variedad Yema de Huevo y hojuelas de papa frita de la variedad Ratona, el tiempo de vida útil para hojuelas es menor a 30 días en un sitio seco, fresco y a la sombra.

Además, en el mercado existen productos similares siendo su tiempo de vida útil alrededor de los 30 días (CROKY).

#### **4.1.4.3 ANÁLISIS PROXIMAL DE HOJUELAS NATIVAS DE LA VARIEDAD PUCASHUNGO AL 0,50% DE PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO**

El valor nutritivo o composición química de un alimento, se determina, en primera instancia, mediante el análisis proximal o de Weende. El análisis proximal consiste en separar, a partir de la materia seca de la muestra una serie de fracciones con características comunes de solubilidad o insolubilidad en diferentes reactivos y reacciones químicas. En nutrición humana, el análisis proximal implica la valoración de: energía, humedad, proteína, lípidos o grasas, cenizas y carbohidratos, con la alternativa de fibra dietética.

El análisis proximal se realizó al mejor tratamiento (*Pucashungo* – 0,50% de pirofosfato ácido de sodio) con la finalidad de conocer la calidad nutricional de las hojuelas de papa nativa. (Tabla A29)

Los valores de **energía** utilizados en las tablas de composición de alimentos corresponden a los de energía total o gruesa y los de energía disponible o energía metabolizable, según se establezca en la tabla. Los valores se expresan en kilocalorías (kcal) y se calculan a partir de los componentes productores de energía. En las tablas y bases de datos de composición de alimentos se recomienda utilizar, sólo una de las dos unidades de expresión y se calculan por medio del factor de conversión: 1 kcal = 4,184 kJ. [www.inta.cl/latinfoods/default.htm](http://www.inta.cl/latinfoods/default.htm).

Por lo tanto, una vez efectuado el cálculo correspondiente, el valor energético que aporta el mejor tratamiento (*Pucashungo* – 0,50% pirofosfato ácido de sodio) es 545,08 Kcal/100 g, mientras que la muestra utilizada para comparación (Costa Rica) aporta con 537 Kcal/100 g.



La **humedad** es la cantidad de agua que contiene un alimento. El agua es un componente esencial de todos los tejidos corporales y es un determinante fundamental del valor nutritivo de los alimentos, pues su contenido diluye o concentra los nutrientes y otros componentes presentes en el alimento. La diferencia entre el peso total del alimento y el contenido de agua se denomina materia seca. Las hojuelas de papa nativa variedad Pucashungo – 0,50% pirofosfato ácido de sodio poseen una humedad de 2,53%.

Las **proteínas** son compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. El contenido de proteína fue de 6,24% y se calcula a partir del nitrógeno de los alimentos, pues en general casi todo el nitrógeno que contienen los alimentos forma parte de los grupos amino de los aminoácidos. La denominación proteína cruda o bruta incluye todos los compuestos que contienen nitrógeno, sean o no aminoácidos.

El porcentaje de **lípidos** fue de 33,84% y son compuestos orgánicos que al igual que las proteínas y los carbohidratos contienen los elementos carbono, hidrógeno y oxígeno; pero en diferente proporción y arreglo estructural. Las principales funciones metabólicas de los lípidos son: componente de la membrana celular, fuente concentrada de energía, precursor de metabolitos (vitamina D, hormonas, esteroides y prostaglandinas), medio de transporte de vitaminas liposolubles, mantiene la temperatura corporal y protege a los órganos.

Las **cenizas** (3,50%) representan el contenido del total de minerales del alimento y tienen funciones metabólicas variadas y particulares.

Los **carbohidratos** son una fuente de energía, constituyen la forma principal de almacenamiento de energía química, precursor y formación de metabolitos y nutrientes, forma parte del tejido conectivo, en las funciones digestivas y en el metabolismo de proteína y lípidos. El porcentaje de

carbohidratos fue obtenido por diferencia de los demás componentes, siendo de 53,89%.

Como se mencionó anteriormente el mejor tratamiento fue comparado con una muestra similar tomada de la Tabla de Composición de Alimentos de Costa Rica con el código R7, correspondiente a Snack, papa frita, hojuela, industrial; concluyéndose que nuestro producto tiene una composición proximal similar.

#### 4.1.4.4 RENDIMIENTO Y COSTO DEL PRODUCTO

Con el propósito de implementar la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa con adición de pirofosfato ácido de sodio (*Pucashungo* – 0,50% de pirofosfato ácido de sodio), se propuso determinar el rendimiento y el costo del mismo.

En el anexo E, se encuentra el rendimiento y costo de las hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de 0,50% de pirofosfato ácido de sodio. El rendimiento es de 52,37% en base al balance de materiales detallado en el gráfico E1.

Para determinar el rendimiento del producto se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{W_{final}}{W_{inicial}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{52,37Kg}{100Kg} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 52,37\%$$

En general, los procesos en los que se transforma la materia prima en producto terminado, ocasionan pérdidas durante su elaboración, situación

que se observa en la elaboración de hojuelas, y que se debe principalmente a las pérdidas por la evaporación de agua principalmente, aunque este valor se ve recompensado con la cantidad de aceite absorbido.

Calcular el costo de producción es un aspecto clave en el funcionamiento de una empresa. A continuación se describen los pasos a seguir para determinar el costo de producción. En la tabla E1, se observa el costo de la materia prima e insumos necesarios para la fabricación de hojuelas de papa nativa siendo 158 USD\$; mientras que en la tabla E2, se presenta la estimación de costos referentes a la mano de obra directa, que representa un valor de 122 USD\$. Se muestra el costo de los suministros para la industrialización, el cual es de 24 USD\$ y se muestra en la tabla E3. En la tabla E4, se muestra los costos asociados a los equipos utilizados en el proceso de elaboración de hojuelas de papa, que es igual a 72,68 USD\$. Los costos de los utensilios se encuentran en la tabla E5 teniendo un costo de 3,67 USD\$. El costo de fabricación de las hojuelas de papa nativa con adición de pirofosfato ácido de sodio es de 380,35 USD\$. Para conocer cual es el costo unitario de producción se divide el costo total de fabricación para el número de fundas de hojuelas de papa nativa (1000), siendo este de 0,38 USD\$ (presentación de 50 g). En adición, se puede apreciar que el precio de venta al público del producto es competitivo con el mercado, siendo un producto nacional de buenas características y adecuada calidad sensorial y nutricional.

Además, se puede optimizar el procesamiento para reducir costos fijos al aplicar estrategias como: a) distribuir y ordenar la planta de forma tal que haya un mayor rendimiento en la producción, b) planear y controlar el trabajo, c) utilizar y mantener en óptimas condiciones equipos y maquinarias, d) mejorar el rendimiento del personal. En el caso de los costos variables es importante mencionar: a) materia prima de calidad y reducción de los desperdicios, b) mejorar y controlar la calidad de los productos, c) inducir mejoras en el diseño del producto.

### 4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la verificación de hipótesis se realizó una comparación entre los valores de F calculados con el valor de F de tablas, para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

En general, a un nivel de 95%, existen diferencias entre los 12 tratamientos en: humedad, sólidos totales, pH, vitamina C, azúcares reductores y antocianinas; sabor en la variedad *Pucashungo* y *Yema de huevo*; y en textura y aceptabilidad para el caso de las tres variedades (*Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*). Esto se ha podido comprobar debido a que el valor de F calculado se encuentra fuera del límite con respecto al valor F de tablas. Rechazando de esta manera la hipótesis nula que indica que todos los tratamientos dan igual contenido de antocianinas en papas nativas en forma de hojuelas fritas; y aceptando la hipótesis alternativa que todos los tratamientos no dan igual contenido de antocianinas en papas nativas en forma de hojuelas fritas.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

En la realización del trabajo de investigación se cumplieron los objetivos planteados, general y específicos, mismos que se detallan a continuación:

- Las variedades seleccionadas para evaluar el efecto de antocianinas fueron los tubérculos con color de piel o pulpa rojas, moradas y amarillas (*Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*), siendo el color un parámetro de gran importancia en la elaboración de la presente investigación debido al efecto antioxidante, el cual tiene la función de eliminar los radicales libres del organismo, ya que si estos aumentan pueden causar enfermedades de carácter degenerativo (alteración del sistema nervioso, del aparato circulatorio, cáncer, SIDA o envejecimiento precoz). Por lo tanto se determinó el contenido de antocianinas en las hojuelas de papa nativa, mediante el método de espectrofotometría, obteniéndose valores promedios de 0,016 para los tratamientos con la variedad *Pucashungo*, para los tratamientos de la variedad *Yanashungo* 0,031, y por último para la variedad *Yema de huevo* 0,002 nmoles de glucósido/g de papa.
- Al determinar que la concentración apropiada de pirofosfato ácido de sodio fue del 0,5% se logró controlar la reducción de antocianinas en hojuelas fritas, se observa que las hojuelas crudas en las tres variedades, contienen una alta concentración de antocianinas (*Pucashungo* – 0,0522; *Yanashungo* – 0,0576; *Yema de huevo* – 0,0055 nmoles glucósido/g de papa); esta concentración disminuye después de la fritura, debido a que la temperatura de la misma da

como resultado la pérdida del glucósido. Para una mejor comprensión se realizó el análisis de antocianinas en una muestra patrón (hojuelas de las tres variedades sin tratamiento con pirofosfato ácido de sodio), obteniendo valores de: *Pucashungo* (0,0081), *Yanashungo* (0,0271) y *Yema de huevo* (0,0009 nmoles glucósido/g de papa); observándose que la adición del 0,50% de pirofosfato ácido de sodio ayuda a preservar el contenido de antocianinas en las hojuelas fritas de las tres variedades.

- El tiempo de vida útil de hojuelas de papa nativa se determinó a través del análisis del índice de peróxido del mejor tratamiento, de esta manera se establece un tiempo de conservación para las hojuelas de papa de la variedad *Pucashungo* – 0,50% pirofosfato ácido de sodio a temperatura ambiente, de 41 días.
- Se propuso el diseño de un seminario – taller sobre la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50% para el Consorcio de Pequeños Productores de Papa (CONPAPA), ya que constituye una herramienta importante para el crecimiento empresarial de los productores al ofrecer productos con valor agregado, y así aprovechar de una forma total las papas nativas mejorando sus propiedades y características nutricionales.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Luego de haber culminado el presente trabajo de investigación se sugiere las siguientes recomendaciones:

- Buscar el desarrollo simultáneo de competitividad de todos los sectores involucrados en la producción de papas nativas: productores agrarios, procesadores y comercializadores, poniendo mayor peso en los factores más críticos como: aumento de la oferta y de la producción y productividad de las papas nativas.
- Propiciar y promover a nivel de los agricultores una mayor vinculación al mercado, agrupar la oferta desde la producción y desarrollar una cultura empresarial que incentive el aumento de la productividad y la obtención de utilidades.
- A nivel de las empresas procesadoras y comercializadoras se debe promover una mayor vinculación con los agricultores, que les permita contar con la materia prima en calidad y precios adecuados, compartiendo al mismo tiempo el riesgo de la producción agrícola y asegurando buenos precios al producto.
- Como de las características de la materia prima depende la calidad del producto final, se recomienda papa de preferencia cultivada en zonas bajas, debido a los altos contenidos de materia seca (mín. 18%) y bajos contenidos de azúcares (mín. 0,25%).
- Aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) e identificar los puntos Críticos de Control al procesar este producto, con la finalidad de obtener un producto saludable y de calidad sanitaria.
- Los investigadores deben buscar formas de incrementar la productividad para disminuir los precios y reducir el periodo

vegetativo, a la vez de mejorar la productividad de las variedades para el procesamiento.

- Los procesadores deben realizar esfuerzos tecnológicos y de mercadeo para obtener productos nuevos solicitados por el mercado. En su esfuerzo por desarrollar calidad deben inducir a los cultivadores a obtener materia prima con las características requeridas por la industria.
  
- Difundir la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50% a los productores de papa.



## CAPITULO VI

### PROPUESTA

#### 6.1 TEMA

“Diseño de un seminario-taller sobre la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50% para el Consorcio de Pequeños Productores de Papa (CONPAPA)”.

#### 6.2 DATOS INFORMATIVOS

**Institución Ejecutora:** Consorcio de Pequeños Productores de Papa (CONPAPA).

**Provincia:** Tungurahua.

**Cantón:** Ambato.

**Beneficiarios:** Agricultores, comerciantes y distribuidores.

**Tiempo estimado para la ejecución:** 2 meses

**Equipo técnico responsable:** Egda. Gabriela E. Analuisa Y., Ph.D. Milton Ramos, Ing. Mónica Silva.

#### 6.3 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Los agricultores de las zonas alto andinas de Bolivia, Ecuador y Perú cultivan tradicionalmente cientos de variedades diferentes de papa; seleccionadas durante siglos por su sabor, textura, forma y color, estas variedades de papa están muy bien adaptadas a las duras condiciones de los Andes, a alturas que van desde los 3.500 a los 4.200 metros sobre el nivel del mar. Por lo general, los agricultores producen estas variedades nativas sin usar agroquímicos o usándolos en cantidades mínimas.

A pesar de los beneficios nutricionales de estas variedades y de su resistencia a sequías y heladas, así como a pestes y enfermedades, su producción ha disminuido en las últimas décadas. Los agricultores optan cada día más por variedades convencionales de papa amarilla que los consumidores conocen, y que por ello pueden venderse más fácilmente.

Esta situación hace peligrar la producción de variedades nativas de papa cultivadas tradicionalmente como medio de subsistencia en diversos lugares de los Andes. Para revertir esta tendencia, se ha iniciado la búsqueda de nuevas maneras de dar uso a estas variedades con la finalidad de mantenerlas en las parcelas de los agricultores y preservar la rica biodiversidad y herencia cultural que representan.

Sabiendo que está en aumento el interés por los productos naturales, exóticos y sabrosos, se empezó a experimentar con la elaboración de hojuelas de papa en base a papas nativas. Descubrieron que muchas variedades son deliciosas y que al ser fritas, debido a su alto contenido de materia seca, absorben mucho menos aceite que las hojuelas convencionales.

Las variedades fueron seleccionadas por sus buenas cualidades para ser fritas y por sus formas y colores atractivos. Estas variedades también son interesantes desde una perspectiva nutricional: las variedades amarillas contienen niveles altos de vitamina C mientras que las papas rojas o moradas contienen niveles altos de antioxidantes que cumplen funciones de protección en el cuerpo humano. Debido a que las hojuelas están hechas de papas sin pelar, los consumidores ingerirán los minerales, vitaminas y fibra presentes en la cáscara de la papa.

#### **6.4 JUSTIFICACIÓN**

Segura C (2002). La globalización ha provocado la apertura de nuevos mercados, aumentando la competitividad en el campo de la

producción de papa. Con la globalización, la economía ha creado productos homogenizados que el consumidor busca la comida rápida, en donde la papa es uno de los cultivos más aptos.

En la actualidad la producción nacional de papa en su mayoría se comercializa en fresco para consumo doméstico. A nivel industrial las procesadoras de hojuelas y bastones se abastecen de papa fresca, sin embargo la papa que actualmente demandan las cadenas alimenticias y restaurantes en su mayoría es importada (5557 t/año 2007).

Se ha establecido la importancia de la generación de valor agregado a los productos agrícolas, por ello la propuesta de elaboración de hojuelas de papa nativa es para dar una respuesta a la insuficiente industrialización de la papa a nivel local.

Entonces, establecer la tecnología de procesamiento constituye una herramienta importante para el crecimiento empresarial de los productores; al ofrecer productos con valor agregado (hojuelas de papa nativa). Se elaborará un producto que cumpla los requisitos y normas de calidad vigentes, que permitan alcanzar volúmenes de venta significativos y satisfacer la demanda existente en el mercado.

## **6.5 OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- ✓ Diseñar un seminario-taller sobre la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50% para el Consorcio de Pequeños Productores de Papa (CONPAPA).

## Objetivos Específicos

- ✓ Elaborar una guía para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50%.
- ✓ Dictar el taller en forma teórica y práctica a los miembros que conforman el CONPAPA.

## 6.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La viabilidad de “Diseñar un seminario-taller sobre la tecnología en la elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50%”, será evidente a medida que los objetivos planteados se hayan desarrollado correctamente.

El proyecto de investigación es de tipo tecnológico, ya que con ello se puede implementar una nueva metodología de producción, con la cual se logre aprovechar de una forma total la materia prima como son las papas (*Solanum andígena*), y de esta forma lograr que el producto mejore sus propiedades y características nutricionales, y además que estas no se vean afectadas.

El análisis de factibilidad, es de carácter socioeconómico, y además de ello es de beneficio social ya que este tema de investigación puede ser implementado para pequeños y grandes productores, los cuales sabrán aprovechar la materia, y así obtener un producto nuevo, que contenga características físico-químicas y sensoriales aceptables por los consumidores.

Además es de carácter ambiental, ya que se potenciará la siembra de papa, logrando de esta manera satisfacer la demanda insatisfecha del mercado, el mismo que se ha visto obligado a adquirir productos importados por la falta de industrialización de la papa en el país. El desarrollo de una

tecnología que pueda ser aplicada en una línea de proceso industrial permitirá ofertar al mercado productos con similares características a los importados.

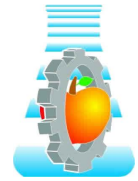
## **6.7 FUNDAMENTACIÓN**

La propuesta del diseño de un seminario-taller sobre la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50%, se aplicará con el fin de promover la implementación de la tecnología de elaboración de hojuelas para los miembros del CONPAPA. El evento está constituido por un taller teórico, donde se explicará las tecnologías de elaboración de hojuelas de papa nativa; mientras que en el taller práctico, se realizará la parte experimental en las instalaciones del CONPAPA; con una duración de 2 meses.

El módulo correspondiente al seminario-taller se presenta a continuación:



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA  
EN ALIMENTOS**

---

**“MODULO DE TECNOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE  
PAPA NATIVA DE LA VARIEDAD *PUCASHUNGO* CON ADICIÓN DE  
PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO AL 0,50%”**

---

**Por:**

Gabriela E. Analuisa Y.

Ph.D Milton Ramos.

**AMBATO-ECUADOR**

**2012**

## **CONTENIDO**

I. Presentación

II. Metodología

III. Duración de la capacitación

IV. Costos de la capacitación

V. Responsables

VI. Plan de contenidos:

- ✓ Capacitación del módulo
- ✓ Capacitación por prácticas

### **I. PRESENTACIÓN**

Los especialistas del CIP menciona que el principal beneficio de consumir papas nativas (que tienen de 24% a 32% de materia seca y un alto porcentaje de carbohidratos más no de grasas) radica en el aporte antioxidante mostrado en su pigmentación: antocianinas en las rojas y moradas, y carotenoides en las amarillas.

Monteros C. *et al* (2009), menciona que las papas nativas se caracterizan por poseer formas y colores llamativos que hacen un producto único en el mundo. Estas papas son altamente valoradas por los agricultores por la tolerancia a enfermedades, propiedades organolépticas como sabor y textura (calidad y cantidad de almidones) y por sus propiedades agrícolas, ya que toleran condiciones adversas como sequías, suelos con baja

fertilidad, heladas, por lo que son una opción de cultivo en zonas donde estos factores son limitantes como se observa en el cuadro 2.

Los antioxidantes son sustancias de diverso tipo, que previenen o demoran el daño molecular producido por los radicales libres, que son micropartículas negativas y positivas que no se encuentran interiormente neutralizadas por lo que dañan las membranas de nuestras células, llegando finalmente a destruir y mutar su información genética, facilitando así el camino para que se desarrollen diversos tipos de enfermedades.

**Cuadro 12. Características de papa nativa variedad *Pucashungo***

<b>Característica</b>	<b>Pucashungo</b>
<b>Color</b>	Roja
<b>Rendimiento (t/ha)</b>	13,0
<b>Cosecha (días)</b>	145,0
<b>Brotación (días)</b>	20,0
<b>Verdeamiento (días)</b>	30,0
<b>Textura</b>	Arenosa
<b>Materia seca (%)</b>	25,5
<b>Proteína (%)</b>	7,2
<b>Potasio (mg/100gr)</b>	1905
<b>Almidón (%)</b>	79,0
<b>Hierro (mg/100gr)</b>	6,1
<b>Zinc (mg/100gr)</b>	1,3
<b>Polifenoles (mg/100gr)</b>	-
<b>Tiempo de cocción (min)</b>	25,0

**Fuente:** Monteros C., Reinoso I., Villacrés E. "Papas nativas. Rescatando nuestra diversidad". Quito – Ecuador. 2010.



## II. METODOLOGÍA

La capacitación contempla la participación de los miembros del CONPAPA para ejecutar la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucashungo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50%, que se llevará a cabo en las instalaciones del CONPAPA, con 2 meses de duración, donde se dictarán clases teóricas y prácticas. Para ello se elaboró un módulo que facilite los requerimientos necesarios y exigencias de la elaboración del producto.

Para los talleres de capacitación se empleará la modalidad de taller educativo, interrelacionando la teoría con las experiencias de los participantes, con medios audiovisuales, prácticas demostrativas y una evaluación del producto terminado. El módulo a aplicarse brindará conocimientos teóricos básicos y técnicos a fin de que los participantes puedan entender la importancia de desarrollar un nuevo producto alimenticio que brinde beneficios nutricionales para los consumidores.

Al finalizar el taller, se tratará de resumir el tema de la forma más concreta, mediante un repaso del módulo con los participantes del seminario taller.

A continuación se detalla la tecnología para la elaboración de hojuelas de papa nativa enriquecida con adición de pirofosfato ácido de sodio.

### **Tecnología de elaboración**

#### **11.Recepción**

Se receptan papas nativas (*Pucashungo*, *Yanashungo* y *Yema de huevo*) de buena calidad que provienen directamente de los productores. Las papas fueron frescas, es decir, con menos de 24 horas desde su cosecha, con la finalidad de evitar que las papas muestren puntos negros, como efecto de la oxidación de la papa;

cuanto más nueva es la papa menor es la oxidación, por lo tanto las papas maduras no serían adecuadas para elaborar papas chips.

## **12. Selección**

El objetivo que se persigue en esta etapa es separar las papas que se encuentren golpeadas, manchadas o que estén en mal estado y puedan contaminar al resto de los tubérculos. Las papas se seleccionan para descartar las que tienen daños, o no cumplen con especificaciones de tamaño y forma.

## **13. Lavado**

El lavado manual se realiza con la finalidad de eliminar la tierra adherida y cuerpos extraños. Esta operación consiste en sumergir las papas seleccionadas en un recipiente con agua para remover la tierra adherida y otras impurezas, en algunas ocasiones para mejorar el lavado se utiliza mangueras con agua a presión.

## **14. Desinfección**

Para esta etapa del proceso se utiliza Hipoclorito de sodio a una concentración de 3 ppm por 20 min con la finalidad de reducir hasta un número aceptable la carga microbiana superficial que puede encontrarse en las papas.

## **15. Rebanado**

Esta operación se realizó con una máquina rebanadora, la cual se opera manualmente, otorgando cortes uniformes de 2 mm de espesor. Consiste en cortar transversalmente las papas sin descascararlas, lo que da lugar a la formación de rebanadas.

## **16. Lavado**

Las papas en forma de hojuelas fueron lavadas por 5 veces consecutivas para eliminar el almidón. Cuando se cortan las papas en rodajas, queda almidón libre en la superficie, lo que favorece que se

adhieran entre sí. Para evitar esto, el almidón se debe eliminar de la superficie mediante lavado antes de continuar con el proceso. El efecto del lavado sobre las rodajas de papas sin freír, se manifiesta especialmente por la disminución de los azúcares reductores.

### **17. Acidificación**

Se utilizó pirofosfato ácido de sodio al 0.10, 0.15, 0.25 y 0.50%, durante un tiempo de 30 min, para lograr un efecto estabilizante sobre las antocianinas mediante la disminución del pH, además sirvió para evitar el pardeamiento enzimático.

### **18. Fritura**

Su objetivo es cocinar el interior de la papa nativa, provocando la gelatinización del almidón. En términos generales las rodajas se sumergen en el aceite de palma caliente a una temperatura de 180°C por 3-4 minutos. Es importante que el proceso de fritura se lleve a cabo de forma adecuada, debido a que si la temperatura es elevada puede haber deterioro de las grasas y si la misma es muy baja aumenta el tiempo de cocción y se produce mayor absorción de grasa.

### **19. Escurrido**

Una vez fritas las hojuelas de papa nativa se mantendrán en una canasta metálica perforada hasta eliminar el exceso de aceite y mejorar así su presentación.

### **20. Empaque y Almacenado**

Las hojuelas ya listas se empacaron en bolsas de celofán. Luego, las bolsas con el producto se almacenaron a temperatura ambiente para los análisis correspondientes.

Para el estudio de la aplicación de la tecnología en la elaboración de hojuelas de papa nativa (*Solanum andigena*) de la variedad pucashungo con

adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50%, seguimos el procedimiento normal mencionado en este estudio, teniendo en cuenta que el proceso a realizarse debe ser lo más inocuo posible para garantizar la calidad del producto final.

### **III. Duración de la capacitación**

El módulo de la capacitación de la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa con adición de pirofosfato ácido de sodio, tendrá una duración de 2 meses; en la mañana se llevará acabo el taller teórico y en la tarde el práctico. La hora de inicio será desde las 9:00 am y se terminará a las 4:30 pm.

### **IV. Costos de la capacitación**

El costo de la capacitación será asumida por el CONPAPA. Con respecto al material didáctico: computadora, infocus, papel A4; materia prima: papas nativas de la variedad *Pucashungo*, pirofosfato ácido de sodio y aceite de palma; equipos y utensilios, estarán disponibles en la empresa CONPAPA. Los participantes del taller dispondrán de un local adecuado ubicado en la planta, para evitar inconvenientes de cualquier tipo.

### **V. Responsables**

El responsable de los talleres de capacitación es la Egda. Gabriela E. Analuisa Y. y la Ing. Mónica Silva O., con el asesoramiento del Ph.D Milton Ramos, y la autorización del gerente de Planta del CONPAPA.

### **VI. Plan de contenidos**

#### **Capacitación del módulo**

- Conocimientos generales acerca de papas nativas.

- Conocimientos generales sobre fritura de alimentos.
- Elaboración de hojuelas de papa nativa (*pucashungo*) con adición de pirofosfato ácido de sodio.
- Resultados obtenidos.

### **Capacitación por prácticas**

- Elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucahongo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50%.

## **6.8 METODOLOGÍA DEL MODELO OPERATIVO**

La aplicación de la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa de la variedad *Pucahongo* con adición de pirofosfato ácido de sodio al 0,50%, permitirá el aprovechamiento de la materia prima y con ello mayores beneficios para los productores de papas nativas.

**CUADRO 13. MODELO OPERATIVO (PLAN DE ACCIÓN)**

<b>Fases</b>	<b>Metas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Recursos</b>	<b>Tiempo</b>
1. Formulación de la propuesta	“Diseño de un seminario-taller sobre la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa ( <i>Pucashungo</i> ) con adición de pirofosfato ácido de sodio (0,5%) para el Consorcio de Pequeños Productores de Papa (CONPAPA)”	Taller sobre conceptos generales, revisión bibliográfica y estudios aplicados a hojuelas de papas	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	2 semana
2. Planificación	Conseguir la aceptación de la propuesta en un 95% por parte del gerente	Entrevistas con el gerente	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	2 semana
3. Capacitación	Capacitación de los miembros del CONPAPA	Seminario-taller sobre la tecnología de elaboración de hojuelas de papa nativa ( <i>Pucashungo</i> ) con adición de pirofosfato ácido de sodio (0,5%)	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	2 semana
4. Ejecución	Aplicación de la guía	Presentación del producto terminado	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	2 semana

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2011.

## 6.9 ADMINISTRACIÓN

En la ejecución del proyecto se deberá tener en cuenta la administración de los recursos utilizados y estará coordinada por los responsables del proyecto Ph.D. Milton Ramos, Ing. Mónica Silva y Egda. Gabriela Analuisa.

## 6.10 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Son necesarios para la toma de decisiones y obtener un producto de calidad, para contar con clientes satisfechos, obteniendo ganancias y beneficios para la sostenibilidad de la empresa.

**CUADRO 14. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
¿Quiénes solicitan evaluar?	Consumidores. Distribuidores del país. Equipo investigador
¿Por qué evaluar?	Verificar la inocuidad y calidad de los productos. Corregir errores en las características de producción.
¿Para qué evaluar?	Determinar la tecnología en la elaboración de hojuelas de papa.
¿Qué evaluar?	Tecnología utilizada. Materias primas. Resultados obtenidos. Producto terminado.
¿Quién evalúa?	Director del proyecto. Tutor. Calificadores.
¿Cuándo evaluar?	Todo el tiempo desde las pruebas preliminares hasta la obtención del producto.
¿Cómo evaluar?	Mediante instrumentos estadísticos de evaluación.
¿Con qué evaluar?	Experimentación. Normas establecidas.

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2012.

## CAPITULO VII

### MATERIALES DE REFERENCIA

#### 7.1 Bibliografía

1. Acuña O., Angulo D., Montenegro S., Monteros C., 2010, Memorias I Congreso Internacional de Investigación y Desarrollo de Papas Nativas.
2. Arrecis M. 1985. Determinación de las principales propiedades físicas y químicas de aceites de semilla de almendro.
3. Arthey, D. y Dennis, C. 1992. Procesado de hortalizas. Editorial Acribia. Zaragoza – España. Pág.: 136 - 138.
4. Badui DS. 2006. Química de los alimentos. Tercera edición. Editorial Prentice Hall. México págs. 213-273, 327-345.
5. Cardello, A. y Maller, O. 1982. Relationships between preferences and food acceptance ratings. *Journal of Food Science*. 47:1553-1557.
6. Cobré y Massó. 1992. Determinación del índice de peróxido.
7. CODEX ALIMENTARIUS, Aditivos Alimentarios, Volumen XIV, 1984.
8. Consorcio de Productores de Papa del Ecuador (CONPAPA). 2007. Plan Rector Fase V 2007. Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades del Consorcio CONPAPA en el Ecuador “FORTIPAPA”. Quito - Ecuador. Pág.: 30.
9. Coultate, P. 1984. Alimentos, química de sus componentes: Pigmentos. Zaragoza – España. Editorial Acribia. Págs.: 104 – 128.
10. Cullen, J. y Wilson, R. 1971. Producción comercial de patatas y su almacenamiento. Editorial Acribia. Zaragoza – España. Pág.: 139.
11. Desrosier, N. 1996. Elementos de tecnología de alimentos. Décimo tercera edición. Compañía editorial continental. México. Pág.: 230 – 239.
12. Especificación del Codex, Estudios FAO: Alimentación y Nutrición, volumen N°4.



13. Guayta J. 2006. Evaluación de la calidad química de los aceites reutilizados en la fritura de papas y salchichas en los restaurantes del Cantón Ambato. Ambato – Ecuador.
14. Guerrero L., 1996. Elaboración de hojuelas enriquecidas. Tesis FCIAL. Ambato.
15. Grupo Latino. 2006. Manual del Ingeniero de Alimentos.
16. Jean, A. Jacques, P. y Anme, P. Análisis nutricional de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza – España. Pág.: 93.
17. Helman y Sing. 1998. Introducción a la Ingeniería en Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza – España. Pág.: 80 – 99.
18. Keenan, W. 1975. Química general universitaria. Compañía editorial continental S.A. Tercera impresión, México. Pág.: 175.
19. Labuza T. 1982. Shelf live dating of foods. Primera Edición. Editorial food and nutricion press, INC. Westport – Connecticut USA. Págs.: 25 – 39, 129 – 147.
20. Lawson, H. 1999. Aceites y grasas. Editorial Acribia. Zaragoza – España. Pág.: 67 – 113, 277 - 301.
21. López A *et al.* Efecto del dióxido de azufre sobre dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) durante la frigo - conservación. Chapingo – México. 2002. Pág.: 17.
22. Lucier G, Dettmann R. 2008. Vegetables and melons outlook/NGS-326, Abril 17.
23. Mayer, E. 1979. Land use in the Andes – ecology and agriculture in the Mantaro Valley of Peru, with special reference to potatoes. International Potato Center (CIP), Lima, Peru.
24. Metha U, Swinbum B. 2001. A review of factors affecting fat absorption in hot chips. Crit. Rews. Food Sci. and Nut. 41 (2), 133-135.
25. Napolitano G. *et al*, 2011. Estudio de competitividad del agro negocio de la papa.
26. Paredes M., 2001. Índices de calidad higiénica de los alimentos y estándares microbiológicos.

27. Pazmiño L., 2010. Aplicación de una tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón. Tesis FCIAL. Ambato.
28. Pumisacho M. (2002). El cultivo de la papa en Ecuador. Primera edición. Quito – Ecuador. Págs.: 33 – 36.
29. Quilca N., 2007. Caracterización física, morfológica, organoléptica, química y funcional de Papas Nativas Para orientar sus usos futuros. Tesis Previa la obtención del título de Ingeniería Agroindustrial. FIQA.
30. Saltos A., "Sensometría, Análisis y Desarrollo de Alimentos Procesados" Ambato – Ecuador 2010.
31. Schmidt – Hebbel H. 1984. Avances en ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Santiago – Chile. Pág.: 365.
32. Segura C. 2002. Estudio de factibilidad para el establecimiento de una planta procesadora de papas *Solanum tuberosum* en hojuelas. Guácimo – Costa Rica.
33. Sepulveda N. y Lagos G. 2004. Evaluación de un extracto obtenido a partir de la fracción no exportable de mora cultivada var. Black satin (*Rubus sp.*) para su posible utilización como colorante natural.
34. Singh, P. y Heldman, D. Introducción a la ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia.
35. Sordo J. 2004. Papel antioxidante de antocianinas presentes en la col morada (*Brassica oleracea*), en sistemas oxidantes de FeCl<sub>3</sub>/Ac. Ascórbico en la per oxidación del ácido linoleico. Puebla – México.
36. Soriano JM, Molto JC, Mañez J. 2002. Hazard analysis and critical points in deep-fat frying. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 104, 174-177.
37. Weisberg, S. 1974. Food acceptance and flavor requirements in the developing world. Food Technology. USA: 23(11); 48-52.
38. Wills, R., Mcglasson, B., Graham, D. 1998. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales:

Cap. 2: Estructura y composición. Trad. J. Burgos. Zaragoza, España. Editorial Acribia. Pág.: 13.

## 7.2 Webgrafía

1. ACEVEDO A. 2003. Efecto de la temperatura y un copigmento en la estabilidad de antocianinas de la col morada en una bebida. Puebla – México.  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lia/acevedo\\_c\\_ar/portada.html](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/acevedo_c_ar/portada.html)
2. ANDERSON P. A comer papa. Centro internacional de la papa. Lima – Perú. 2010.  
[http://www.cipotato.org/pressroom/spanish/facts\\_figures/let\\_them\\_eat\\_potatoes.asp](http://www.cipotato.org/pressroom/spanish/facts_figures/let_them_eat_potatoes.asp)
3. ANDRADE H. 1997. Requerimientos cualitativos para la industrialización de la papa. Quito – Ecuador.  
<http://www.todopapa.com.ar/pdf/reqcualipapaindustria.pdf>
4. ANDREU M. y SILVA A. Asociación entre el color de la peridermis de la papa con características de importancia industrial. Chillán – Chile. Diciembre 2005. [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072007000100009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072007000100009&script=sci_arttext)
5. ARAVENA N. y LAGOS G. Evaluación de un extracto obtenido a partir de la fracción no exportable de mora cultivada variedad black satin (*Rubus sp.*) para su posible utilización como colorante natural. Chillán – Chile. Marzo 2004.  
[http://cybertesis.ubiobio.cl:8180/sdx/ubiobio/notice.xsp?id=ubiobio.2004.aravena\\_n-principal&qid=pcd-q&base=documents&id\\_doc=ubiobio.2004.aravena\\_n&num=&query=&isd=ubiobio.2004.aravena\\_n](http://cybertesis.ubiobio.cl:8180/sdx/ubiobio/notice.xsp?id=ubiobio.2004.aravena_n-principal&qid=pcd-q&base=documents&id_doc=ubiobio.2004.aravena_n&num=&query=&isd=ubiobio.2004.aravena_n)
6. ASHBOLT, N.J., W.O.K. Grabow and M. Snozzi (2001). Indicators of microbial water quality. In Fewtrell, L. and Bartram, J. (ed.), Water

Quality: Guidelines, Standards and Health. Risk assessment and management for water-related infectious disease. IWA Publishing, London. Disponible a través de Internet en: [www.who.int/entity/water\\_sanitation\\_health/dwq/iwachap13.pdf](http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/dwq/iwachap13.pdf)

7. BONIERBALE M. Recursos Genéticos de la papa: don del pasado, legado para el futuro. Revista latinoamericana de la papa. 2004. <http://www.uach.cl/alap2004/Charlas%20Magistrales/09M0Bonierbale%20In%20Extenso%20Recursos%20Geneticos%20de%20la%20Papa.pdf>
8. BRACK A. La papa mas consumida. Lima – Perú. Enero 2009. [http://www.peruecologico.com.pe/flo\\_papa\\_1.htm](http://www.peruecologico.com.pe/flo_papa_1.htm)
9. CANO Y. 2012. Propiedades curativas de la papa. Chile. Mayo 2008. <http://www.guiapractica.cl/consejos/salud-y-belleza/propiedades-curativas-de-la-papa.html>
10. CAPAC (Cadenas Productivas Agrícolas de Calidad). Comercialización y agroindustria en el Perú. Lima – Perú. [http://www.capacperu.org/dgpa/dgpa\\_04\\_agroindustria.htm](http://www.capacperu.org/dgpa/dgpa_04_agroindustria.htm)
11. CASTILLO A 2001. Efecto de la temperatura y un copigmento en la estabilidad de antocianinas en la col morada en una bebida. Puebla – México. Mayo [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lia/acevedo\\_c\\_ar/indice.html](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/acevedo_c_ar/indice.html)
12. CIP (Centro Internacional de la Papa). Hojuelas de papas de colores. Lima – Perú. 2010. <http://www.cipotato.org/publications/pdf/003280.pdf>
13. CNMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente). Región Metropolitana. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Chile. Diciembre 2000. Pág.: 13. <http://www.sofofa.cl/ambiente/documentos/Rubro%20Elaboraci%F3n%20de%20Comidas%20R%E1pidas.pdf>
14. CNP (Consejo Nacional de Producción). Ficha técnica de elaboración de hojuelas. Costa Rica. Mayo 2007.

[http://www.cnp.go.cr/php\\_mysql/admin/KTML/uploads/files/boletines/Hojuelas\\_FTP.pdf](http://www.cnp.go.cr/php_mysql/admin/KTML/uploads/files/boletines/Hojuelas_FTP.pdf)

15. CONPAPA. El Agronegocio asociativo campesino en la cadena agroalimentaria de la papa. Bolívar – Chimborazo – Tungurahua. 2010.  
<http://www.scribd.com/doc/33785053/El-agronegocio-asociativo-campesino-en-la-cadena-agroalimentaria-de-la-papa-en-Ecuador#>
16. CONTRERAS A. *et al.* Papas con propiedades antioxidantes. Chile. Marzo 2004.  
<http://www.australtemuco.cl/site/apg/campo/pags/20040320230817.html>
17. COSTELL E. 2011. Evaluación sensorial de la textura de los alimentos.  
[http://www.percepnet.com/perc03\\_02.htm](http://www.percepnet.com/perc03_02.htm)
18. CRUZ N. 2006. La investigación exploratoria. México.  
<http://www.gestiopolis.com/canales7/mkt/investigacion-exploratoria-y-algunos-aportes-a-la-investigacion-de-mercados.htm>
19. CUISINE STANDART. 2011. Papas nativas del Ecuador. Quito - Ecuador. <http://cuisinestandard.com/archives/2226>
20. CUESTA X. 1er Congreso Internacional de Investigación y Desarrollo de papas nativas. Quito – Ecuador. 2010.  
[www.iniap.gob.ec/sitio/index2.php?option=com](http://www.iniap.gob.ec/sitio/index2.php?option=com)
21. CUEVAS E. *et al.* Análisis y caracterización de antocianinas en diferentes variedades de maíz (*Zea mays*) boliviano. Cochabamba – Bolivia. 2008.  
[http://educon.javeriana.edu.co/lagrotech/images/elyana\\_cuevas.pdf](http://educon.javeriana.edu.co/lagrotech/images/elyana_cuevas.pdf)
22. Cultivo de la papa. Fitotecnia, composición, valor nutritivo, tubérculo. España. <http://pdf.rincondelvago.com/cultivo-de-la-papa.html>
23. DELGADO J. Importancia de las papas nativas se tratará en congreso internacional. El ciudadano. Quito – Ecuador. Marzo 2010.  
[http://www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10519:importancia-de-las-papas-nativas-se-tratara-en-congreso-internacional&catid=1:actualidad&Itemid=42](http://www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=10519:importancia-de-las-papas-nativas-se-tratara-en-congreso-internacional&catid=1:actualidad&Itemid=42)
24. DEVAUX A. *et al.* El sector de la papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro

- Internacional de la Papa. Lima – Perú (2010). Pág.: 201.  
[http://books.google.com.ec/books?id=j3BpbEDCM5MC&printsec=frontcover&dq=el+sector+papa+en+la+region+andina&hl=es&ei=Kwv1TLLTOYa0IQeFpqjuBQ&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCUQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=j3BpbEDCM5MC&printsec=frontcover&dq=el+sector+papa+en+la+region+andina&hl=es&ei=Kwv1TLLTOYa0IQeFpqjuBQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCUQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)
25. INIAP. Diario el Hoy. La papa nativa se como poco en Ecuador. Quito – Ecuador. Marzo 2011. <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/la-papa-nativa-se-come-poco-en-el-ecuador-398071.html>
26. DUQUE J. ¿Consumimos lo nuestro? Abril 2010. Quito – Ecuador. [http://multimedios106.interdec.com/nota\\_ind.aspx?id\\_modulo=14&id\\_catgeneral=29&id\\_detmodulo=31090](http://multimedios106.interdec.com/nota_ind.aspx?id_modulo=14&id_catgeneral=29&id_detmodulo=31090)
27. ESPINOZA R *et al.* 2011. Diversidad de tubérculos andinos en el Ecuador. Loja. <http://www.joethejuggler.com/Funbotanica/10tubers.html>
28. FAO. 2008. Las papas, la nutrición y la alimentación. <http://www.potato2008.org/es/lapapa/hojas.html>
29. GARZÓN G. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos. Bogotá – Colombia. 2008. <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/v13n3/v13n3a2.pdf>
30. GIMFERRER N. 2008. El aroma en los alimentos. Eroski Consumer. <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/06/25/177969.php>
31. GINER M. 2009. Estudios sobre envejecimiento. <http://maritriniginer.com/2009/01/03/estudios-sobre-envejecimiento/>
32. GÓMEZ R. Los guardianes de nuestra biodiversidad. Lima – Perú. Mayo 2010. <http://www.biodiversityreporting.org/article.sub?docId=31431&c=Peru&cRef=Peru&year=2010&date=May%202010>
33. HEREDIA F. 2009. Colorimetría en los alimentos. <http://es.scribd.com/doc/93016631/Colorimetria-punto-de-partida>
34. KEIJBETS M. Procesamiento de la papa para el consumidor. Evolución y desafíos. 2009.

- <http://bitacoradelapapa.wordpress.com/2009/02/23/procesamiento-de-la-papa-para-el-consumidor-evolucion-y-desafios/>
35. La papa es peruana. Guayaquil – Ecuador. Febrero 2006.  
<http://es.5wk.com/viewtopic.php?f=9&t=21160&start=0>
36. MARCANO J. *et al.* Influencia del proceso de fritura en profundidad sobre el perfil lipídico de la grasa contenida en papatas tipo “french”, empleando oleína de palma. Carabobo – Venezuela. Marzo 2010.  
<http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/616/628>
37. MARTÍ H. Hojuelas chips fritas. El boletín del proyecto de batata de INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Año 1. Nº2. Edición trimestral. Argentina. Octubre 2009.  
<http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/Bbatata/n02/n02.html>
38. MARTÍNEZ M. Caracterización morfológica e inventario de conocimientos colectivos de variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Chimborazo. Riobamba – Ecuador 2009. Pág.: 5.  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/337/1/13T0630MARTINEZ%20FREDY.pdf>
39. MEDINA S. y PAREDES E. Estudio de la absorción de aceite durante la fritura de papas (*Solanum tuberosum*) variedades catalina y semichola. Ambato – Ecuador. 2004. Pág.: 2 – 4.
40. MOENNE K. y CALDERÓN L. Potencial antioxidante de papas y harina de papas nativas de Chiloé. Chiloé – Chile. 2008.  
<http://dspace.fica.ufro.cl:8080/jspui/bitstream/123456789/490/2/Deniss%20Moenne-Loz%20CalderOn.pdf>
41. MONTEROS C. 2008. Estudio de Mercado para caracterizar y cuantificar la demanda de papas nativas en diferentes sectores del Mercado de Quito. Quito – Ecuador. [http://cipotato.org/region-quito/congresos/iv-congreso-ecuatoriano-de-la-papa/4\\_Nac\\_papa/memorias/c\\_monteros\\_memoria.pdf](http://cipotato.org/region-quito/congresos/iv-congreso-ecuatoriano-de-la-papa/4_Nac_papa/memorias/c_monteros_memoria.pdf)

42. MONTEROS C. 2005. Las papas nativas en el Ecuador. Estudios cualitativos de oferta y demanda. Primera Edición. Quito - Ecuador.  
[http://www.asocam.org/biblioteca/R0084\\_completo.pdf](http://www.asocam.org/biblioteca/R0084_completo.pdf)
43. MONTEROS C. *et al.* 2009. Papas nativas ecuatorianas: redescubriendo un tesoro escondido.  
<http://www.conpapa.com/raizdevida/InvestigacionPapasNativas.html>
44. MONTEROS C. y REINOSOS I. 2010. Biodiversidad y oportunidades de mercado para las papas nativas ecuatorianas. Quito – Ecuador.  
<http://www.scribd.com/doc/33979057/Biodiversidad-y-mercados-para-la-papa-nativa-en-el-Ecuador-Resumen-Descriptivo>
45. MORAS J. Revista Técnica Higia. Papa. Junio 2000. España.  
<http://www.amigosdelciclismo.com/pesoforma/>
46. MUCHNIK W. y TEJO J. Estrategias para mejorar la comercialización de la papa en Venezuela. 1990.  
[http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/13448/1/agutierrez\\_papa\\_1.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/13448/1/agutierrez_papa_1.pdf)
47. MORENO J. 2012. Calidad de la papa para usos industriales. Bogotá – Colombia.  
<http://www.todopapa.com.ar/pdf/calidadpapaparausosindustriales.pdf>
48. NUÑES K. El cultivo de la papa en el Perú. Lima – Perú. Mayo 2008.  
<http://www.monografias.com/trabajos35/cultivo-papa-peru/cultivo-papa-peru.shtml>
49. QUIMINET. 2008. Los sabores en la alimentación.  
<http://www.quiminet.com/articulos/los-sabores-en-la-alimentacion-27340.htm>
50. QUINTEROS C. Efecto de la copigmentación sobre el color y estabilidad del pigmento en un sistema modelo (bebida), usando antocianina de rábano. Puebla – México. Mayo 2004.  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lqf/quintero\\_h\\_cm/capitulo\\_4.html](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lqf/quintero_h_cm/capitulo_4.html)



51. REINOSO I. Biodiversidad y Oportunidades de Mercado para papas nativas en el Ecuador. Quito – Ecuador. Marzo 2010.  
[http://www.quito.cipotato.org/papanat2010/PDFs/Valor%20Nutritivo/6.%20Reinoso\\_I.pdf](http://www.quito.cipotato.org/papanat2010/PDFs/Valor%20Nutritivo/6.%20Reinoso_I.pdf)
52. RÍOS F. 2004. Paradigmas y perspectivas teórico – metodológicas en el estudio de la administración.  
<http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/paradigmas2004-2.pdf>
53. RODRIGUEZ M. 2009. El color en los alimentos. Eroski Consumer.  
<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2002/10/09/3639.php>
54. RPAN (Red Peruana de Alimentación y Nutrición). Papa, valor nutricional y su rol en la alimentación. Lima – Perú. 2008.  
[http://www.rpan.org/notas/ver\\_nota.php?id=20080530](http://www.rpan.org/notas/ver_nota.php?id=20080530)
55. SÁNCHEZ M. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de papas prefritas congeladas. México D.F. Julio 2004.  
<http://148.206.53.231/UAMI11862.pdf>
56. SILVA M., SARABIA S. 2005. Control del pardeamiento enzimático en papa frippa (Bulk México) variedad INIAP. Proyecto de investigación. Universidad Técnica de Ambato – FCIAL. Pág. 56
57. Talentos para la vida. Valor nutritivo de la papa. Capítulo I.- La papa: valor nutritivo y sanidad alimentaria. Argentina 2010.  
<http://www.talentosparalavida.com/nota151.asp>
58. TRADE DESHIDA. Technical Summary.  
[http://tradeimasd.es/documentos/Trade\\_Technical\\_Summary.pdf](http://tradeimasd.es/documentos/Trade_Technical_Summary.pdf)
59. VERGARA E. *et al.* Utilidades y beneficios de la cáscara de papa. Septiembre 2008. <http://lacascaradepapa.blogspot.com/>
60. VILLACRÉS E., *et al.* Caracterización física, nutricional y funcional de las papas nativas. Memorias del I Congreso Internacional de Investigación y Desarrollo de Papas Nativas. Quito – Ecuador. Marzo 2010.  
[http://www.quito.cipotato.org/papanat2010/PDFs/Valor%20Nutritivo/7.%20Villacres\\_caracterización.pdf](http://www.quito.cipotato.org/papanat2010/PDFs/Valor%20Nutritivo/7.%20Villacres_caracterización.pdf)

# **ANEXO A**

## **DATOS EXPERIMENTALES**

**Tabla A1. Humedad en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**

Tratamiento	Humedad (%)		Promedio
	R1	R2	
a0b0	2,97	2,86	2,92
a0b1	2,46	2,34	2,40
a0b2	2,10	2,08	2,09
a0b3	1,70	1,77	1,73
a1b0	2,60	2,57	2,58
a1b1	2,03	2,13	2,08
a1b2	2,64	2,59	2,61
a1b3	1,79	1,68	1,74
a2b0	5,56	5,89	5,73
a2b1	5,99	5,88	5,93
a2b2	2,93	2,94	2,93
a2b3	2,32	2,47	2,39

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A2. Sólidos totales en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**

Tratamiento	Sólidos totales (%)		Promedio
	R1	R2	
a0b0	97,03	97,13	97,08
a0b1	97,54	97,66	97,60
a0b2	97,90	97,92	97,91
a0b3	98,30	98,24	98,27
a1b0	97,41	97,43	97,42
a1b1	97,97	97,87	97,92
a1b2	97,37	97,41	97,39
a1b3	98,21	98,32	98,26
a2b0	94,44	94,11	94,28
a2b1	94,02	94,12	94,07
a2b2	97,07	97,07	97,07
a2b3	97,69	97,53	97,61

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A3. Acidez en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**

Tratamiento	Acidez (% de ácido cítrico)		Promedio
	R1	R2	
a0b0	0,071	0,072	0,072
a0b1	0,086	0,084	0,085
a0b2	0,104	0,118	0,111
a0b3	0,131	0,131	0,131
a1b0	0,081	0,084	0,083
a1b1	0,099	0,106	0,102
a1b2	0,138	0,146	0,142
a1b3	0,158	0,155	0,157
a2b0	0,121	0,113	0,117
a2b1	0,128	0,128	0,128
a2b2	0,155	0,148	0,152
a2b3	0,173	0,180	0,176

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A4. pH en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**

Tratamiento	pH		Promedio
	R1	R2	
a0b0	5,8533	5,8533	5,8533
a0b1	5,8467	5,8400	5,8433
a0b2	5,8033	5,8033	5,8033
a0b3	5,6833	5,6800	5,6817
a1b0	5,8633	5,8600	5,8617
a1b1	5,8400	5,8400	5,8400
a1b2	5,7900	5,7800	5,7850
a1b3	5,7067	5,6700	5,6883
a2b0	6,3933	6,3900	6,3917
a2b1	6,3500	6,3667	6,3583
a2b2	6,3000	6,2767	6,2883
a2b3	6,2200	6,2200	6,2200

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A5. Vitamina C en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**

Tratamiento	Vitamina C (mg/100 g de papa)		Promedio
	R1	R2	
a0b0	6,2359	5,7436	5,9897
a0b1	6,5641	6,4000	6,4821
a0b2	5,2513	5,2513	5,2513
a0b3	6,0718	6,0718	6,0718
a1b0	6,0718	6,0718	6,0718
a1b1	6,5641	6,4000	6,4821
a1b2	6,2359	5,7436	5,9897
a1b3	6,5641	6,4000	6,4821
a2b0	11,651	12,472	12,0615
a2b1	10,010	9,5179	9,7641
a2b2	10,995	11,323	11,1590
a2b3	11,979	12,144	12,0615

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A6. Azúcares reductores en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**

Tratamiento	Azúcares reductores (%)		Promedio
	R1	R2	
a0b0	0,1264	0,1260	0,1262
a0b1	0,1411	0,1178	0,1295
a0b2	0,1706	0,1717	0,1712
a0b3	0,1678	0,1753	0,1715
a1b0	0,3983	0,3965	0,3974
a1b1	0,3972	0,3965	0,3968
a1b2	0,3019	0,3005	0,3012
a1b3	0,2415	0,2422	0,2418
a2b0	0,3019	0,3030	0,3024
a2b1	0,2321	0,2339	0,2330
a2b2	0,2023	0,2080	0,2052
a2b3	0,2289	0,2343	0,2316

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio



**Tabla A7. Antocianinas en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**

Tratamiento	Antocianinas (nmol de glucósido/g papa)		Promedio
	R1	R2	
a0b0	0,01411	0,01420	0,01416
a0b1	0,01475	0,01518	0,01496
a0b2	0,01685	0,01691	0,01688
a0b3	0,01771	0,01768	0,01769
a1b0	0,02880	0,02883	0,02881
a1b1	0,02874	0,02910	0,02892
a1b2	0,03285	0,03273	0,03279
a1b3	0,03438	0,03456	0,03447
a2b0	0,00144	0,00155	0,00150
a2b1	0,00207	0,00208	0,00208
a2b2	0,00234	0,00222	0,00228
a2b3	0,00248	0,00246	0,00247

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A8. Acidez e índice de acidez del aceite resultante de la fritura**

Muestra	Replicas		Promedio (ml NaOH 0,1N)	Acidez (% de ácido palmítico)	Índice de acidez
	R1	R2			
<b>Aceite después de la fritura</b>	0,30	0,34	0,32	0,164	0,359
<b>Aceite antes de la fritura (blanco)</b>	0,22	0,20	0,21	0,108	0,236

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla A9. Índice de peróxido del aceite resultante de la fritura**

Muestra	Replicas		Promedio (ml tiosulfato 0,01N)	Índice de peróxido
	R1	R2		
<b>Aceite después de la fritura</b>	1,75	1,27	1,510	3,020
<b>Aceite antes de la fritura (blanco)</b>	0,03	0,00	0,015	0,030

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla A10. Análisis sensorial del color en papa variedad *Pucashungo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a0b0</b>	<b>a0b1</b>	<b>a0b2</b>	<b>a0b3</b>
1	4,0	4,0	4,0	3,5
2	4,0	4,5	3,0	4,5
3	4,5	3,5	3,0	3,5
4	3,5	3,5	4,5	3,0
5	3,5	4,0	3,5	3,5
6	3,5	3,5	3,0	2,5
7	2,5	3,0	3,0	3,5
8	3,5	3,5	4,5	4,0
9	3,0	3,0	3,0	4,0
10	4,0	3,5	3,5	4,0
11	4,0	4,0	4,0	4,0
12	3,5	3,5	3,5	2,5
13	4,5	5,0	4,5	4,5
14	4,5	4,5	4,5	4,5
15	4,5	4,0	4,5	2,5
<b>Promedio</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A11. Análisis sensorial del color en papa variedad *Yanashungo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a1b0</b>	<b>a1b1</b>	<b>a1b2</b>	<b>a1b3</b>
1	3,0	4,0	3,0	3,0
2	3,0	3,5	3,5	4,0
3	3,5	3,5	3,0	3,5
4	4,0	3,0	3,5	3,5
5	2,5	3,5	3,0	3,0
6	1,5	2,0	1,5	2,0
7	3,0	3,0	3,0	2,5
8	2,5	2,0	3,0	3,0
9	2,5	2,5	2,5	2,5
10	3,5	3,0	3,5	4,5
11	3,5	4,0	4,0	3,0
12	4,5	4,0	5,0	5,0
13	2,5	4,5	3,5	1,5
14	4,5	3,5	4,0	4,5
15	3,5	3,5	3,0	3,5
<b>Promedio</b>	<b>3,2</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>1</sub> = Yanashungo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A12. Análisis sensorial del color en papa variedad *Yema de huevo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a2b0</b>	<b>a2b1</b>	<b>a2b2</b>	<b>a2b3</b>
1	3,0	3,5	4,0	3,5
2	4,0	4,0	4,0	4,0
3	3,5	4,5	3,0	4,5
4	3,5	4,0	3,5	3,5
5	4,0	4,0	3,0	4,0
6	4,0	4,0	4,5	4,0
7	4,0	3,0	5,0	4,5
8	4,0	4,0	4,5	4,5
9	4,0	4,5	3,5	4,0
10	4,0	4,0	4,5	4,5
11	4,5	4,5	3,0	4,0
12	3,5	3,5	3,5	3,5
13	4,5	4,5	3,5	3,5
14	4,5	4,5	3,5	4,5
15	4,5	3,5	2,5	3,5
<b>Promedio</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>3,7</b>	<b>4,0</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_2$  = Yema de huevo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A13. Análisis sensorial del olor en papa variedad *Pucashungo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a0b0</b>	<b>a0b1</b>	<b>a0b2</b>	<b>a0b3</b>
1	4,5	4,5	4,5	4,0
2	4,5	4,5	3,0	4,5
3	3,5	3,0	3,5	3,0
4	3,5	3,5	3,5	3,0
5	3,0	3,5	3,0	3,0
6	4,0	3,5	3,5	4,0
7	3,5	3,5	4,0	4,0
8	4,0	3,5	3,5	4,0
9	3,0	3,0	3,0	4,0
10	3,5	3,5	3,0	3,0
11	4,5	4,0	4,0	3,5
12	2,5	3,5	2,5	3,5
13	3,5	4,0	3,5	3,5
14	3,5	3,5	4,5	3,5
15	3,5	3,5	4,5	2,5
<b>Promedio</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>3,5</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_0$  = Pucashungo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla B14. Análisis sensorial del olor en papa variedad *Yanashungo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a1b0</b>	<b>a1b1</b>	<b>a1b2</b>	<b>a1b3</b>
1	3,5	3,0	3,0	3,0
2	4,0	4,0	4,0	4,0
3	3,5	3,5	3,5	3,5
4	3,5	3,5	3,0	3,5
5	4,0	4,0	4,0	3,5
6	3,5	3,5	3,0	3,5
7	4,0	3,5	3,5	3,5
8	3,0	3,0	3,0	3,5
9	4,0	4,0	3,0	4,0
10	3,5	4,0	4,5	4,0
11	4,0	4,0	4,0	4,0
12	4,5	3,5	4,5	4,0
13	3,5	3,5	4,5	2,5
14	4,0	4,0	4,5	4,5
15	3,5	3,5	4,5	4,5
<b>Promedio</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_1$  = Yanashungo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A15. Análisis sensorial del olor en papa variedad *Yema de huevo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a2b0</b>	<b>a2b1</b>	<b>a2b2</b>	<b>a2b3</b>
1	3,0	3,5	4,0	3,5
2	4,0	4,0	4,0	3,5
3	3,5	4,0	3,0	4,5
4	4,0	4,5	3,5	4,0
5	3,0	4,0	3,0	3,0
6	3,0	3,5	4,0	4,0
7	3,5	3,5	3,5	4,0
8	4,0	4,0	4,5	4,5
9	3,5	4,0	4,0	4,5
10	3,5	4,0	3,5	4,0
11	4,0	4,0	3,5	3,5
12	3,5	3,5	4,5	3,5
13	4,5	3,5	3,5	3,5
14	4,5	4,5	4,5	4,5
15	3,5	3,5	3,5	4,5
<b>Promedio</b>	<b>3,7</b>	<b>3,9</b>	<b>3,8</b>	<b>3,9</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio



**Tabla A16. Análisis sensorial del sabor en papa variedad *Pucashungo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a0b0</b>	<b>a0b1</b>	<b>a0b2</b>	<b>a0b3</b>
1	3,0	3,0	4,0	4,5
2	4,0	4,5	3,5	4,5
3	3,5	4,0	3,5	4,0
4	3,5	4,0	3,5	4,5
5	3,0	3,5	4,0	4,0
6	4,0	4,0	3,5	4,0
7	3,5	2,5	3,5	4,5
8	4,5	3,5	4,0	5,0
9	4,0	3,5	3,5	4,0
10	3,5	3,0	3,0	4,0
11	4,5	4,5	3,5	5,0
12	3,0	4,5	4,0	5,0
13	3,5	3,5	4,5	4,5
14	4,0	4,5	4,5	4,5
15	3,5	3,5	4,5	4,0
<b>Promedio</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>4,4</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_0$  = Pucashungo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A17. Análisis sensorial del sabor en papa variedad *Yanashungo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a1b0</b>	<b>a1b1</b>	<b>a1b2</b>	<b>a1b3</b>
1	3,0	3,0	3,0	4,0
2	4,0	2,5	4,0	3,0
3	3,5	2,5	3,0	2,5
4	4,0	4,0	3,5	4,0
5	2,5	2,5	3,5	3,0
6	3,0	4,0	3,5	3,5
7	3,0	2,5	3,5	3,0
8	2,5	2,0	3,0	2,5
9	5,0	3,0	4,0	4,0
10	3,5	4,0	4,0	3,0
11	4,0	3,5	4,0	3,5
12	4,5	3,5	4,5	4,0
13	3,5	4,5	3,5	4,5
14	2,5	2,5	3,5	3,5
15	3,5	2,5	3,5	2,5
<b>Promedio</b>	<b>3,5</b>	<b>3,1</b>	<b>3,6</b>	<b>3,4</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_1$  = Yanashungo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A18. Análisis sensorial del sabor en papa variedad *Yema de huevo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a2b0</b>	<b>a2b1</b>	<b>a2b2</b>	<b>a2b3</b>
1	3,5	3,5	3,5	3,5
2	3,0	2,5	4,0	4,0
3	3,5	3,0	4,0	5,0
4	3,0	4,0	4,0	4,5
5	3,5	3,5	4,5	5,0
6	3,5	4,0	4,0	4,0
7	3,0	4,0	4,0	3,5
8	3,5	4,0	4,5	4,5
9	3,5	3,0	3,5	4,5
10	3,5	4,0	4,5	5,0
11	3,5	3,0	3,5	4,5
12	3,5	2,5	3,5	3,5
13	4,0	4,5	4,5	4,5
14	3,5	3,5	4,5	4,5
15	3,0	3,0	4,5	4,5
<b>Promedio</b>	<b>3,4</b>	<b>3,5</b>	<b>4,1</b>	<b>4,3</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_2$  = Yema de huevo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A19. Análisis sensorial de la textura en papa variedad *Pucashungo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a0b0</b>	<b>a0b1</b>	<b>a0b2</b>	<b>a0b3</b>
1	4,5	4,5	4,5	4,5
2	3,5	4,5	3,5	4,5
3	5,0	5,0	4,0	4,5
4	3,5	4,5	4,0	4,5
5	4,5	4,0	4,0	4,5
6	4,0	5,0	4,0	4,5
7	3,5	3,5	4,5	4,0
8	5,0	4,5	4,5	4,5
9	4,0	5,0	4,0	5,0
10	4,0	4,5	3,5	4,5
11	4,0	4,0	3,5	5,0
12	3,5	3,5	4,5	4,5
13	5,0	4,5	5,0	4,5
14	4,5	4,5	5,0	4,5
15	3,5	4,5	4,0	5,0
<b>Promedio</b>	<b>4,1</b>	<b>4,4</b>	<b>4,2</b>	<b>4,6</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_0$  = Pucashungo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A20. Análisis sensorial de la textura en papa variedad *Yanashungo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a1b0</b>	<b>a1b1</b>	<b>a1b2</b>	<b>a1b3</b>
1	3,5	2,5	3,5	2,5
2	4,0	2,0	3,5	3,0
3	3,5	1,5	2,5	1,5
4	3,5	1,5	2,5	3,5
5	3,5	1,5	3,0	3,0
6	3,0	1,5	2,0	1,5
7	3,5	1,5	3,0	2,5
8	2,5	1,0	2,5	2,0
9	4,5	2,5	4,0	4,0
10	4,5	2,5	3,5	2,5
11	4,0	2,0	4,0	2,5
12	4,5	2,5	4,5	4,0
13	4,5	1,5	2,5	3,5
14	1,5	1,5	2,5	3,5
15	4,0	3,5	3,0	1,5
<b>Promedio</b>	<b>3,6</b>	<b>1,9</b>	<b>3,1</b>	<b>2,7</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_1$  = Yanashungo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A21. Análisis sensorial de la textura en papa variedad Yema de huevo con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a2b0</b>	<b>a2b1</b>	<b>a2b2</b>	<b>a2b3</b>
1	2,0	2,5	4,0	4,5
2	2,5	3,0	4,0	4,0
3	3,5	2,5	4,5	5,0
4	2,5	2,5	4,5	4,5
5	2,5	2,5	4,5	4,0
6	3,5	2,5	3,5	4,0
7	2,0	2,5	4,0	4,0
8	1,5	2,5	3,5	4,5
9	2,5	2,5	4,0	5,0
10	3,0	3,0	4,5	5,0
11	3,5	2,5	4,0	5,0
12	2,5	2,5	2,5	4,5
13	3,0	3,5	4,5	4,5
14	3,5	4,0	4,5	3,5
15	3,0	2,5	4,5	4,5
<b>Promedio</b>	<b>2,7</b>	<b>2,7</b>	<b>4,1</b>	<b>4,4</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A22. Análisis sensorial de la aceptabilidad en papa variedad *Pucashungo* con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a0b0</b>	<b>a0b1</b>	<b>a0b2</b>	<b>a0b3</b>
1	4,0	4,0	4,5	4,5
2	4,0	4,5	3,5	5,0
3	3,5	3,0	3,5	4,0
4	4,0	3,5	3,5	4,0
5	3,0	3,5	3,5	4,5
6	4,0	4,5	4,0	4,0
7	3,5	3,0	3,5	5,0
8	4,5	4,0	4,0	4,0
9	4,0	4,0	3,5	4,5
10	4,0	3,0	4,0	4,0
11	5,0	4,5	4,5	4,5
12	4,0	3,5	2,5	4,0
13	3,5	3,5	4,5	4,5
14	4,5	5,0	5,0	4,5
15	4,5	4,5	4,5	4,5
<b>Promedio</b>	<b>4,0</b>	<b>3,9</b>	<b>3,9</b>	<b>4,4</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_0$  = Pucashungo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A23. Análisis sensorial de la aceptabilidad en papa variedad Yanashungo con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a1b0</b>	<b>a1b1</b>	<b>a1b2</b>	<b>a1b3</b>
1	3,0	3,0	3,5	3,0
2	4,5	2,5	4,0	3,0
3	3,5	2,5	2,5	2,5
4	4,0	2,5	3,5	4,0
5	2,5	3,0	3,0	3,0
6	3,5	3,0	3,0	2,5
7	3,0	2,5	3,5	3,0
8	2,5	2,0	3,0	2,5
9	4,0	3,0	3,5	3,5
10	4,0	3,0	4,5	4,0
11	4,5	3,5	4,5	4,0
12	4,0	3,5	4,5	3,5
13	3,5	4,5	3,5	4,5
14	2,5	2,5	3,5	3,5
15	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>Promedio</b>	<b>3,4</b>	<b>2,9</b>	<b>3,5</b>	<b>3,3</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_1$  = Yanashungo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio



**Tabla A24. Análisis sensorial de la aceptabilidad en papa variedad Yema de huevo con tratamiento de pirofosfato ácido de sodio**

<b>Catadores</b>	<b>a2b0</b>	<b>a2b1</b>	<b>a2b2</b>	<b>a2b3</b>
1	3,0	3,5	4,0	4,5
2	3,0	2,5	4,5	4,5
3	3,5	3,5	4,0	5,0
4	3,0	4,0	4,5	4,5
5	3,0	3,5	5,0	4,5
6	3,0	3,5	3,5	4,5
7	3,0	3,5	4,0	3,5
8	3,5	4,0	4,5	4,5
9	3,5	3,0	4,0	4,5
10	3,5	3,5	4,5	5,0
11	4,0	3,0	4,0	4,5
12	3,5	2,5	3,5	3,5
13	3,5	4,5	4,5	4,5
14	4,5	3,5	4,5	4,0
15	3,0	3,5	4,5	5,0
<b>Promedio</b>	<b>3,4</b>	<b>3,4</b>	<b>4,2</b>	<b>4,4</b>

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_2$  = Yema de huevo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla A25. Recuento total (PCA) en hojuelas de papa variedad *Pucashungo* con pretratamiento de 0,50% de pirofosfato ácido de sodio durante el almacenamiento a temperatura ambiente**

Tiempo (días)	Tiempo (s)	Recuento total PCA			Promedio (UFC/g)
		R1	R2	R3	
0	0	2	2	3	2,3
4	345600	4	3	3	3,3
7	604800	4	3	4	3,7
10	864000	5	4	4	4,3
14	1209600	7	7	5	6,3
17	1468800	10	10	8	9,3
20	1728000	12	11	11	11,3
24	2073600	13	14	14	13,7
28	2419200	13	16	15	14,7
32	2764800	17	19	15	17,0
35	3024000	21	21	21	21,0
39	3369600	26	22	24	24,0
43	3715200	32	43	44	39,7
48	4147200	43	50	72	55,0
53	4579200	100	113	96	103,0

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla A26. Recuento de mohos y levaduras (PDA) en hojuelas de papa variedad *Pucashungo* con pretratamiento de 0,50% de pirofosfato ácido de sodio durante el almacenamiento a temperatura ambiente**

Tiempo (días)	Tiempo (s)	Mohos y levaduras (PDA)			Promedio (UFC/g)
		R1	R2	R3	
0	0	2	3	3	2,7
4	345600	2	3	3	2,7
7	604800	3	3	3	3,0
10	864000	3	4	3	3,3
14	1209600	6	4	5	5,0
17	1468800	7	6	6	6,3
20	1728000	8	6	6	6,7
24	2073600	10	7	8	8,3
28	2419200	10	9	9	9,3
32	2764800	11	9	11	10,3
35	3024000	14	22	15	17,0
39	3369600	23	26	21	23,3
43	3715200	44	59	58	53,7
48	4147200	86	79	67	77,3
53	4579200	92	113	92	99,0

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla A27. Recuento de coliformes (cromocult) en hojuelas de papa variedad *Pucashungo* con pretratamiento de 0,50% de pirofosfato ácido de sodio durante el almacenamiento a temperatura ambiente**

Tiempo (días)	Tiempo (s)	Coliformes			Promedio (UFC/g)
		R1	R2	R3	
0	0	0	0	0	0,0
4	345600	0	1	0	0,3
7	604800	1	1	0	0,7
14	1209600	2	1	1	1,3
17	1468800	2	1	2	1,7
10	864000	2	2	2	2,0
28	2419200	3	4	3	3,3
24	2073600	3	4	3	3,3
20	1728000	3	5	4	4,0
32	2764800	5	6	6	5,7
35	3024000	5	6	6	5,7
43	3715200	7	7	7	7,0
39	3369600	7	7	8	7,3
48	4147200	8	9	8	8,3
53	4579200	10	15	18	14,3

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla A28. Índice de peróxido en hojuelas de papa de la variedad *Pucashungo* con pretratamiento de 0,50% de pirofosfato ácido de sodio almacenadas a temperatura ambiente**

Tiempo (días)	% IP (meqO <sub>2</sub> /kg)		Promedio IP (meqO <sub>2</sub> /Kg)	ln IP
	R1	R2		
0	1,327	1,287	1,3069	0,2677
5	1,883	1,892	1,8872	0,6351
10	2,161	2,120	2,1400	0,7608
15	2,572	2,595	2,5830	0,9490
20	4,185	4,484	4,3340	1,4665
25	5,872	5,523	5,6970	1,7399
30	6,342	6,754	6,5480	1,8792
35	7,478	7,983	7,7305	2,0452
40	8,641	8,876	8,7580	2,1700
45	11,005	11,228	11,1165	2,4084

**Fuente:** UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla A29. Análisis proximal de hojuelas de papa nativa (*Pucashungo*) con pretratamiento 0,50% de pirofosfato ácido de sodio**

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	COSTA RICA
Proteína	%	6,24	8,2
Grasa	%	33,84	32,3
Humedad	%	2,53	2,6
Ceniza	%	3,50	3,5
Carbohidratos*	%	53,89	53,4
Energía	Kcal/100g	545,08	537

\*= Porcentaje reportado por diferencia de pesos.

**Fuente:** Laboratorios de Análisis Ambiental e Inspección (LAB-CESTTA).

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

# **ANEXO B**

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO** **(VARIANZA)**

**Tabla B1. Humedad en hojuelas de papa con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A: variedad</b>	20,8117	2	10,4058	1159,12722	0,0000
<b>B: porcentaje</b>	12,3347	3	4,1116	457,994002	0,0000
<b>C: replicas</b>	0,000640667	1	0,0006	0,07136516	0,7943
<b>AB</b>	10,6438	6	1,7740	197,606441	0,0000
<b>Error</b>	0,0988	11	0,0090		
<b>Total</b>	43,8896	23			

**Elaborado: Gabriela Analuisa. 2011.**

**Tabla B2. Sólidos totales en hojuelas de papa con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A: variedad</b>	20,8117	2	10,4058	1159,12722	0,0000
<b>B: porcentaje</b>	12,3347	3	4,1116	457,994002	0,0000
<b>C: replicas</b>	0,000640667	1	0,0006407	0,07136516	0,7943
<b>AB</b>	10,6438	6	1,77397	197,606441	0,0000
<b>Error</b>	0,09875033	11	0,0089773		
<b>Total</b>	43,8896	23			

**Elaborado: Gabriela Analuisa. 2011.**

**Tabla B3. Acidez en hojuelas de papa con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A: variedad</b>	7,6699E-07	2	3,8350E-07	176,26801	0,0000
<b>B: porcentaje</b>	1,5004E-06	3	5,0014E-07	229,88136	0,0000
<b>C: replicas</b>	1,6225E-09	1	1,6225E-09	0,74576	0,4159
<b>AB</b>	3,8180E-08	6	6,3633E-09	2,92479	0,0499
<b>Error</b>	2,3932E-08	11	2,1756E-09		
<b>Total</b>	2,3312E-06	23			

**Elaborado: Gabriela Analuisa. 2011.**

**Tabla B4. pH en hojuelas de papa con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A: variedad</b>	1,4421	2	0,72107	8193,5323	0,0000
<b>B: porcentaje</b>	0,1062	3	0,035415	402,4232	0,0000
<b>C: replicas</b>	0,0002042	1	0,0002042	2,3199	0,1568
<b>AB</b>	0,00192	6	0,00032	3,6404	0,0309
<b>Error</b>	0,0009681	11	0,00008801		
<b>Total</b>	1,5515	23			

Elaborado: Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B5. Vitamina C en hojuelas de papa con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A: variedad</b>	142,3255	2	71,16273	990,9531	0,0000
<b>B: porcentaje</b>	2,2890	3	0,763007	10,6250	0,0014
<b>C: replicas</b>	0,0179531	1	0,0179531	0,2500	0,6278
<b>AB</b>	6,76607	6	1,12768	15,7031	0,0001
<b>Error</b>	0,7899364	11	0,07181240		
<b>Total</b>	152,1884	23			

Elaborado: Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B6. Azúcares reductores en hojuelas de papa con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A: variedad</b>	0,13650	2	0,06825	2220,3937	0,0000
<b>B: porcentaje</b>	0,01336	3	0,00445	144,8436	0,0000
<b>C: replicas</b>	7,76E-07	1	7,76E-07	0,0252	0,8766
<b>AB</b>	0,03591	6	0,00598	194,7011	0,0000
<b>Error</b>	0,0003381	11	0,00003074		
<b>Total</b>	0,1861	23			

Elaborado: Gabriela Analuisa. 2011.



**Tabla B7. Antocianinas en hojuelas de papa con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A: variedad</b>	0,003405829	2	0,001702914	116269,43206	0,0000
<b>B: porcentaje</b>	0,000046635	3	0,000015545	1061,36039	0,0000
<b>C: replicas</b>	4,12E-08	1	4,12E-08	2,81227	0,1263
<b>AB</b>	0,000018784	6	0,000003131	213,74737	0,0000
<b>Error</b>	1,611E-07	11	1,46E-08		
<b>Total</b>	0,003471450	23			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B8. Varianza de color en papa variedad *Pucashungo* con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A: Tratamiento</b>	0,4000	3	0,1333	0,5411	0,6568
<b>B: Catador</b>	11,9833	14	0,8560	3,4734	0,0009
<b>Error</b>	10,3500	42	0,2464		
<b>Total</b>	22,7333	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B9. Varianza del color en papa variedad *Yanashungo* con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A: Tratamiento</b>	0,1500	3	0,0500	0,1772	0,9112
<b>B: Catador</b>	26,2500	14	1,8750	6,6456	0,0000
<b>Error</b>	11,8500	42	0,2821		
<b>Total</b>	38,2500	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B10. Varianza del color en papa variedad *Yema de huevo* con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A:Tratamiento</b>	0,9500	3	0,3167	1,2315	2,82704871
<b>B:Catador</b>	4,3333	14	0,3095	1,2037	0,3085
<b>Error</b>	10,8000	42	0,2571		
<b>Total</b>	16,0833	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B11. Varianza del olor en papa variedad *Pucashungo* con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A:Tratamiento</b>	0,1125	3	0,0375	0,1837	0,0030
<b>B:Catador</b>	8,5583	14	0,6113	2,9942	0,9069
<b>Error</b>	8,5750	42	0,2042		
<b>Total</b>	17,2458	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B12. Varianza del olor en papa variedad *Yanashungo* con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A:Tratamiento</b>	0,1458	3	0,0486	0,3311	0,0007
<b>B:Catador</b>	7,3333	14	0,5238	3,5676	0,8029
<b>Error</b>	6,1667	42	0,1468		
<b>Total</b>	13,6458	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B13. Varianza del olor en papa variedad *Yema de huevo* con pirofosfato ácido de sodio**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F valor</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>A:Tratamiento</b>	0,6125	3	0,2042	1,2338	0,0282
<b>B:Catador</b>	4,9833	14	0,3560	2,1511	0,3094
<b>Error</b>	6,9500	42	0,1655		
<b>Total</b>	12,5458	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B14. Varianza del sabor en papa variedad *Pucashungo* con pirofosfato ácido de sodio**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F valor</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>A:Tratamiento</b>	5,1333	3	1,7111	8,4632	0,0002
<b>B:Catador</b>	5,2750	14	0,3768	1,8636	0,0604
<b>Error</b>	8,4917	42	0,2022		
<b>Total</b>	18,9000	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B15. Varianza del sabor en papa variedad *Yanashungo* con pirofosfato ácido de sodio**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F valor</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>A:Tratamiento</b>	2,0167	3	0,6722	2,7931	0,0520
<b>B:Catador</b>	14,0583	14	1,0042	4,1723	0,0002
<b>Error</b>	10,1083	42	0,2407		
<b>Total</b>	26,1833	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B16. Varianza del sabor en papa variedad *Yema de huevo* con pirofosfato ácido de sodio**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F valor</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>A:Tratamiento</b>	9,3833	3	3,1278	19,4858	0,0000
<b>B:Catador</b>	5,8583	14	0,4185	2,6069	0,0083
<b>Error</b>	6,7417	42	0,1605		
<b>Total</b>	21,9833	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B17. Varianza de la textura en papa variedad *Pucashungo* con pirofosfato ácido de sodio**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F valor</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>A:Tratamiento</b>	1,8833	3	0,6278	3,3517	0,0278
<b>B:Catador</b>	4,2333	14	0,3024	1,6144	0,1151
<b>Error</b>	7,8667	42	0,1873		
<b>Total</b>	13,9833	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B18. Varianza de la textura en papa variedad *Yanashungo* con pirofosfato ácido de sodio**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F valor</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>A:Tratamiento</b>	22,9500	3	7,6500	21,0000	0,0000
<b>B:Catador</b>	17,9000	14	1,2786	3,5098	0,0008
<b>Error</b>	15,3000	42	0,3643		
<b>Total</b>	56,1500	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B19. Varianza de la textura en papa variedad *Yema de huevo* con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A:Tratamiento</b>	35,5125	3	11,8375	48,8624	0,0000
<b>B:Catador</b>	5,5583	14	0,3970	1,6388	0,1081
<b>Error</b>	10,1750	42	0,2423		
<b>Total</b>	51,2458	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B20. Varianza de la aceptabilidad en papa variedad *Pucashungo* con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A:Tratamiento</b>	2,3667	3	0,7889	4,2030	0,0109
<b>B:Catador</b>	8,6833	14	0,6202	3,3044	0,0014
<b>Error</b>	7,8833	42	0,1877		
<b>Total</b>	18,9333	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B21. Varianza de la aceptabilidad en papa variedad *Yanashungo* con pirofosfato ácido de sodio**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F valor	Probabilidad
<b>A:Tratamiento</b>	3,2458	3	1,0819	5,3830	0,0032
<b>B:Catador</b>	16,0250	14	1,1446	5,6950	0,0000
<b>Error</b>	8,4417	42	0,2010		
<b>Total</b>	27,7125	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Tabla B22. Varianza de la aceptabilidad en papa variedad *Yema de huevo* con pirofosfato ácido de sodio**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F valor</b>	<b>Probabilidad</b>
<b>A: Tratamiento</b>	13,4000	3	4,4667	24,2848	0,0000
<b>B: Catador</b>	4,3083	14	0,3077	1,6731	0,0099
<b>Error</b>	7,7250	42	0,1839		
<b>Total</b>	25,4333	59			

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

# **ANEXO C**

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO** **(PRUEBA DE TUCKEY)**

**Tabla C1. Prueba de Tuckey de humedad para el factor AB de hojuelas de papa nativa**

<b>Nivel</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo</b>
a0b3	1,732	a
a1b3	1,736	a
a1b1	2,082	ab
a0b2	2,090	ab
a2b3	2,391	bc
a0b1	2,401	bc
a1b0	2,581	cd
a1b2	2,612	cd
a0b0	2,920	d
a2b2	2,931	d
a2b0	5,725	e
a2b1	5,931	e

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio



**Tabla C2. Prueba de Tuckey de solidos totales para el factor AB de hojuelas de papa nativa**

<b>Nivel</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo</b>
a2b1	94,070	a
a2b0	94,275	a
a2b2	97,069	b
a0b0	97,080	b
a1b2	97,388	bc
a1b0	97,419	bc
a0b1	97,599	cd
a2b3	97,609	cd
a0b2	97,910	de
a1b1	97,918	de
a1b3	98,265	e
a0b3	98,268	e

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C3. Prueba de Tuckey de pH para el factor AB de hojuelas de papa nativa**

<b>Nivel</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo</b>
a0b3	5,682	a
a1b3	5,688	a
a1b2	5,785	b
a0b2	5,803	bc
a1b1	5,840	cd
a0b1	5,843	d
a0b0	5,853	d
a1b0	5,862	d
a2b3	6,220	d
a2b2	6,288	e
a2b1	6,358	f
a2b0	6,392	f

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C4. Prueba de Tuckey de vitamina C para el factor AB de hojuelas de papa nativa**

<b>Nivel</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo</b>
a0b2	5,251	a
a1b2	5,990	ab
a0b0	5,990	ab
a0b3	6,072	ab
a1b0	6,072	ab
a0b1	6,482	b
a1b1	6,482	b
a1b3	6,482	b
a2b1	9,764	c
a2b2	11,159	d
a2b0	12,062	d
a2b3	12,062	d

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C5. Prueba de Tuckey de azúcares reductores para el factor AB de hojuelas de papa nativa**

<b>Nivel</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo</b>
a0b0	0,126	a
a0b1	0,129	a
a0b2	0,171	b
a0b3	0,172	b
a2b2	0,205	c
a2b3	0,232	d
a2b1	0,233	d
a2b0	0,302	d
a1b3	0,350	e
a1b2	0,409	e
a1b1	0,505	f
a1b0	0,505	f

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C6. Prueba de Tuckey de antocianinas para el factor AB de hojuelas de papa nativa**

<b>Nivel</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo</b>
a2b0	0,00150	a
a2b1	0,00208	b
a2b2	0,00228	b
a2b3	0,00247	b
a0b0	0,01416	c
a0b1	0,01496	d
a0b2	0,01688	e
a0b3	0,01769	f
a1b0	0,02881	g
a1b1	0,02892	g
a1b2	0,03279	gh
a1b3	0,03447	h

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

a<sub>1</sub> = Yanashungo

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C7. Prueba de Tuckey de sabor para hojuelas de papa nativa variedad *Pucashungo***

Nivel	Media	Grupo
$a_0b_0$	3,66667	a
$a_0b_1$	3,73333	a
$a_0b_2$	3,8	a
$a_0b_3$	4,4	b

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_0$  = Pucashungo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C8. Prueba de Tuckey de sabor para hojuelas de papa nativa variedad *Yema de huevo***

Nivel	Media	Grupo
$a_2b_0$	3,400	a
$a_2b_1$	3,467	a
$a_2b_2$	4,067	b
$a_2b_3$	4,333	b

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

$a_2$  = Yema de huevo

$b_0$  = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

$b_1$  = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

$b_2$  = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

$b_3$  = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C9. Prueba de Tuckey de textura para hojuelas de papa nativa variedad Pucashungo**

Nivel	Media	Grupo
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	4,1333	a
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	4,1667	ab
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	4,4000	ab
a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	4,5667	b

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C10. Prueba de Tuckey de textura para hojuelas de papa nativa variedad Yanashungo**

Nivel	Media	Grupo
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1,9333	a
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	2,7333	b
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	3,1000	bc
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	3,6333	c

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>1</sub> = Yanashungo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C11. Prueba de Tuckey de textura para hojuelas de papa nativa variedad *Yema de huevo***

Nivel	Media	Grupo
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	2,7333	a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	2,7333	a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	4,0667	b
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	4,4333	b

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C12. Prueba de Tuckey de aceptabilidad para hojuelas de papa nativa variedad *Pucashungo***

Nivel	Media	Grupo
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	3,867	a
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	3,9	a
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	4,0	ab
a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	4,3667	b

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>0</sub> = Pucashungo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio



**Tabla C13. Prueba de Tuckey de aceptabilidad para hojuelas de papa nativa variedad *Yanashungo***

Nivel	Media	Grupo
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	2,900	a
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3,267	ab
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	3,433	b
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	3,500	b

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>1</sub> = Yanashungo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

**Tabla C14. Prueba de Tuckey de aceptabilidad para hojuelas de papa nativa variedad *Yema de huevo***

Nivel	Media	Grupo
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	3,367	a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3,433	a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	4,233	b
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	4,433	b

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**SIMBOLOGÍA:**

a<sub>2</sub> = Yema de huevo

b<sub>0</sub> = 0,10% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>1</sub> = 0,15% pirofosfato ácido de sodio

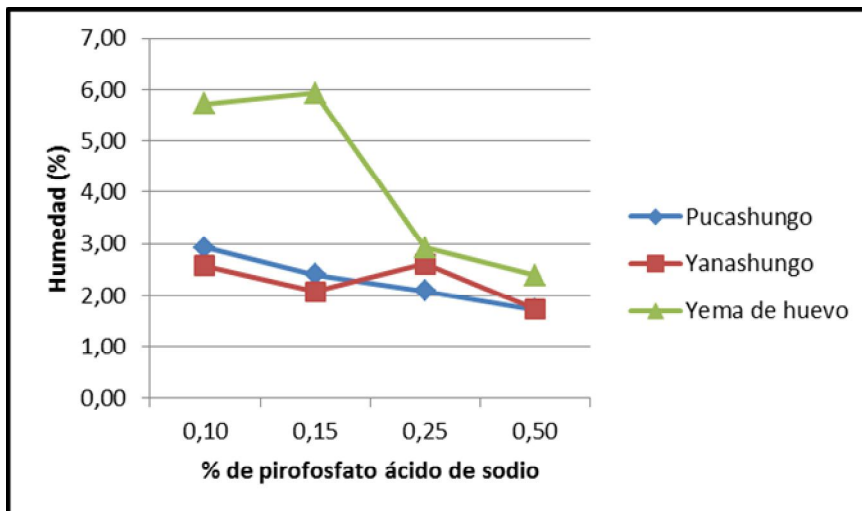
b<sub>2</sub> = 0,25% pirofosfato ácido de sodio

b<sub>3</sub> = 0,50% pirofosfato ácido de sodio

# **ANEXO D**

## **GRÁFICOS**

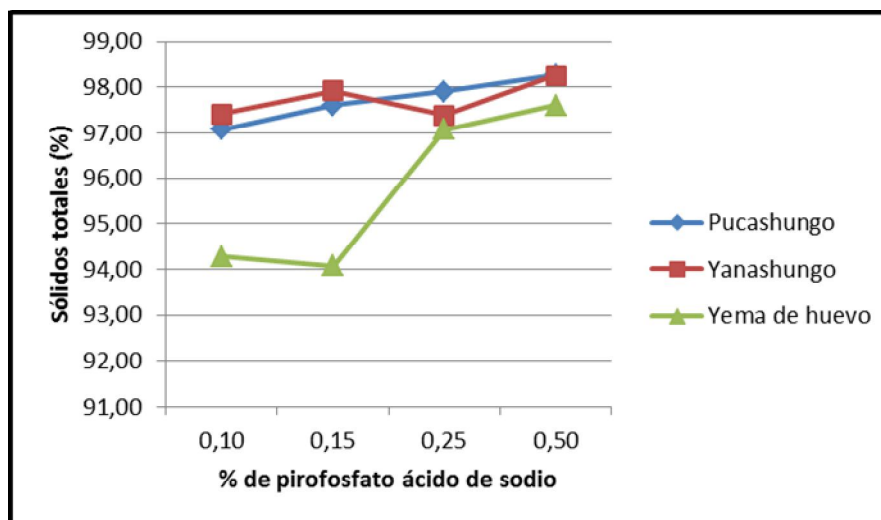
**Gráfico D1. Humedad en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**



**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

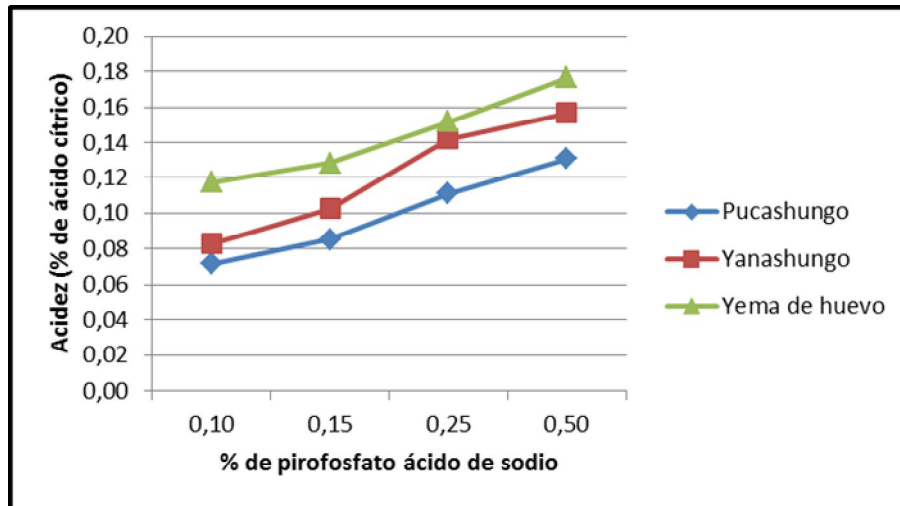
**Gráfico D2. Sólidos totales en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**



**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

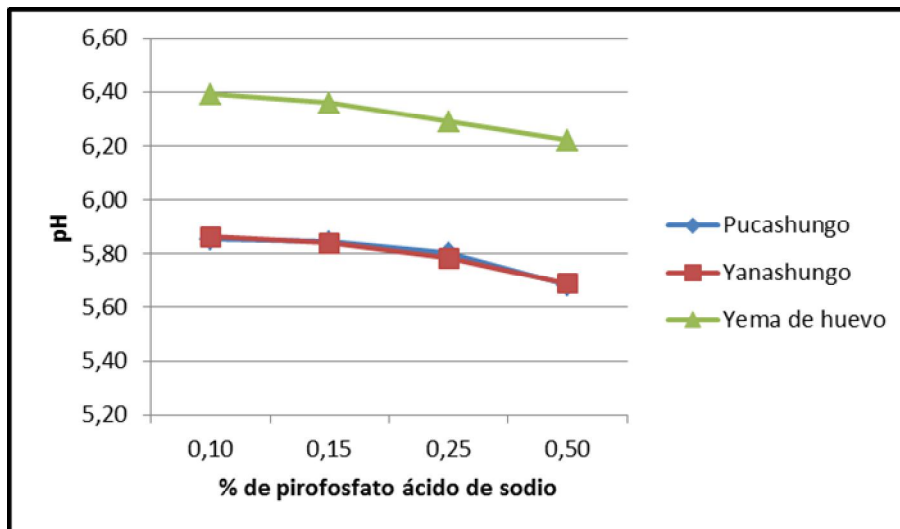
**Gráfico D3. Acidez en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**



**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

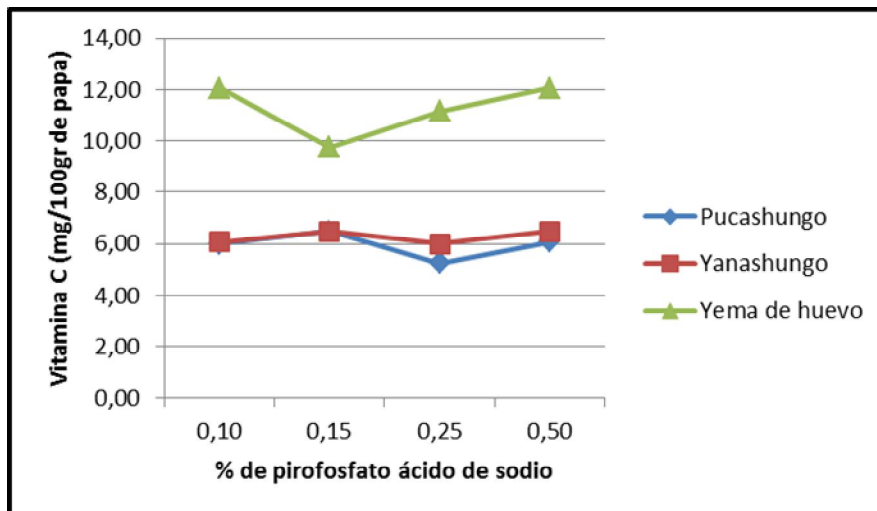
**Gráfico D4. pH en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**



**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

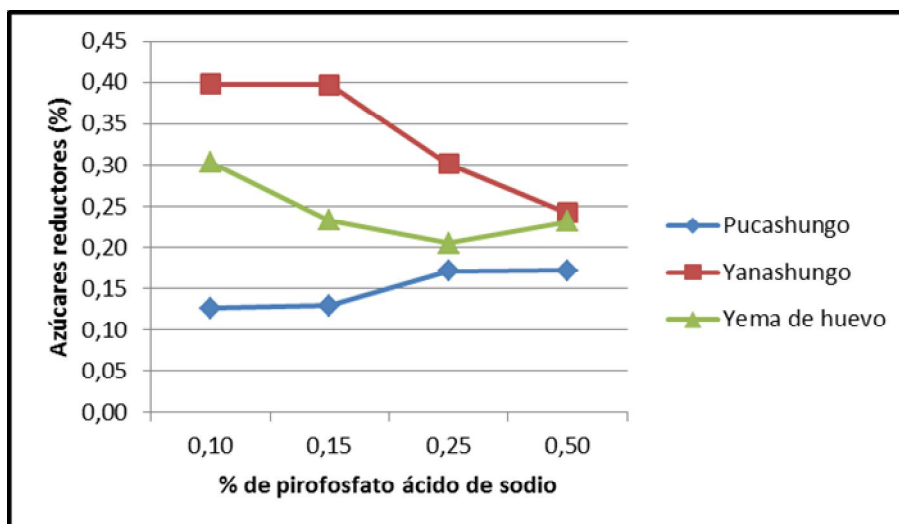
**Gráfico D5. Vitamina C en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**



**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

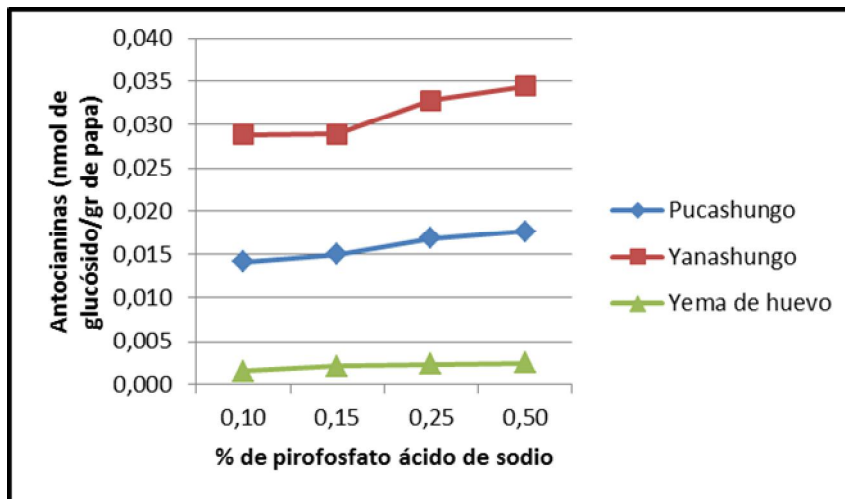
**Gráfico D6. Azúcares reductores en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**



**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

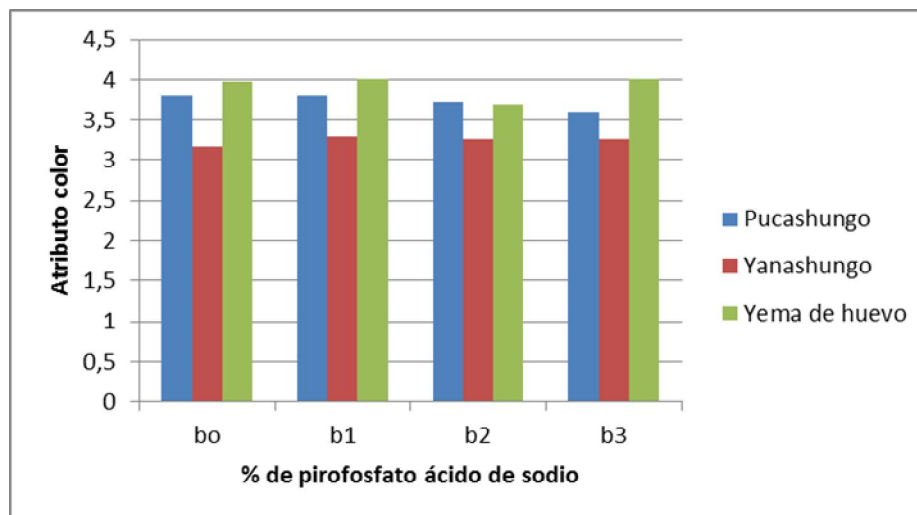
**Gráfico D7. Antocianinas en hojuelas de papa tratadas con pirofosfato ácido de sodio**



**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Gráfico D8. Atributo sensorial color**

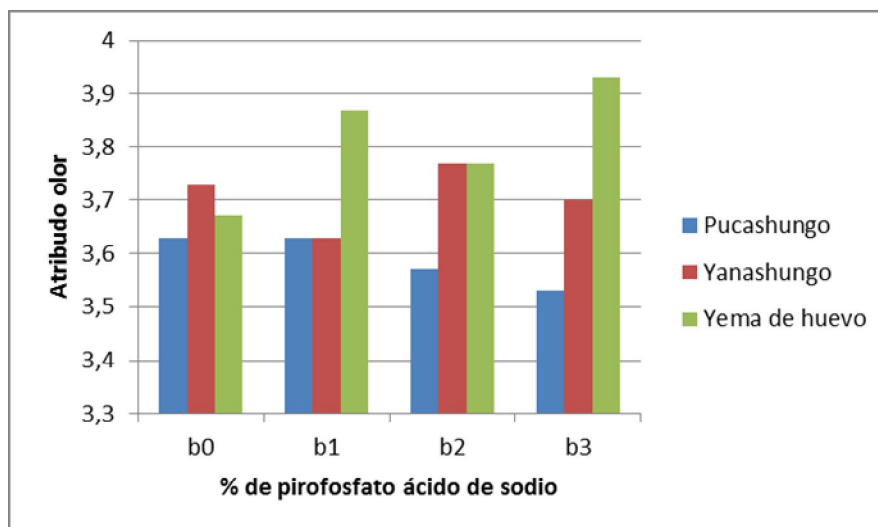


b0: 0,1%; b1: 0,15%; b2: 0,25%; 0,5% pirofosfato ácido de sodio.

**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Gráfico D9. Atributo sensorial olor**

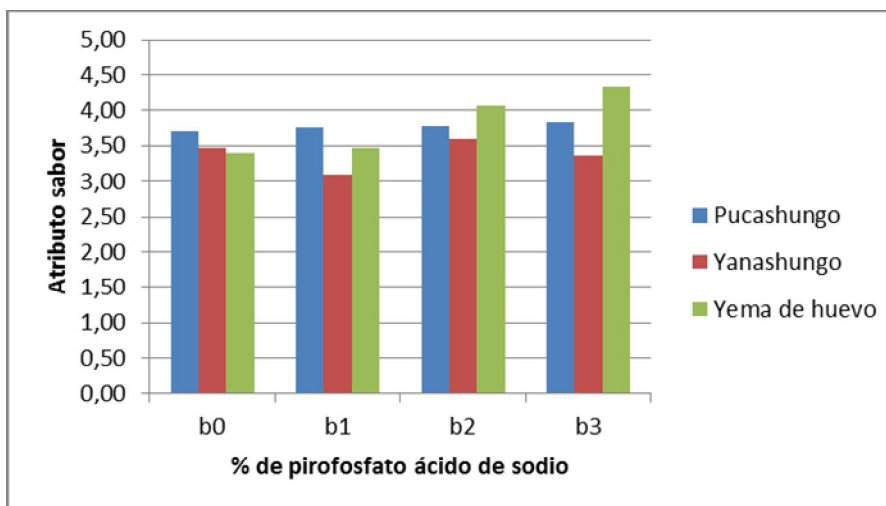


b0: 0,1%; b1: 0,15%; b2: 0,25%; 0,5% pirofosfato ácido de sodio.

**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Gráfico D10. Atributo sensorial sabor**

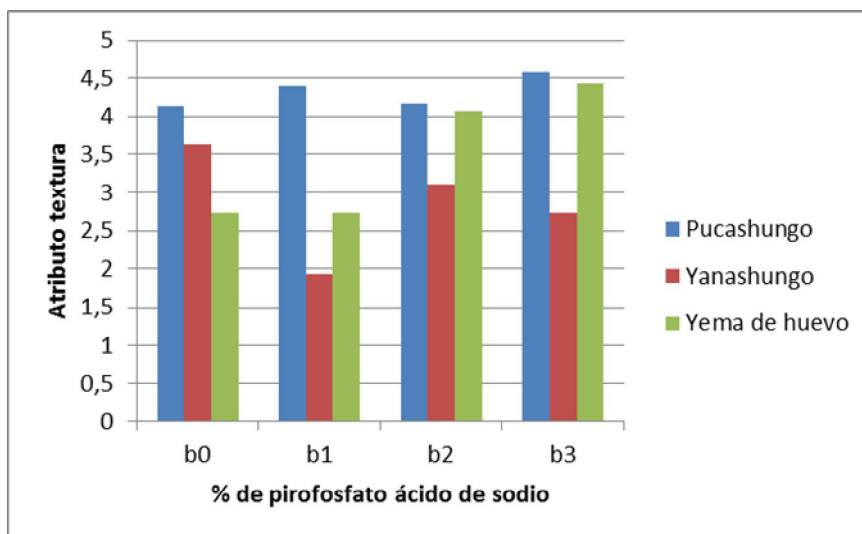


b0: 0,1%; b1: 0,15%; b2: 0,25%; 0,5% pirofosfato ácido de sodio.

**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Gráfico D11. Atributo sensorial textura**

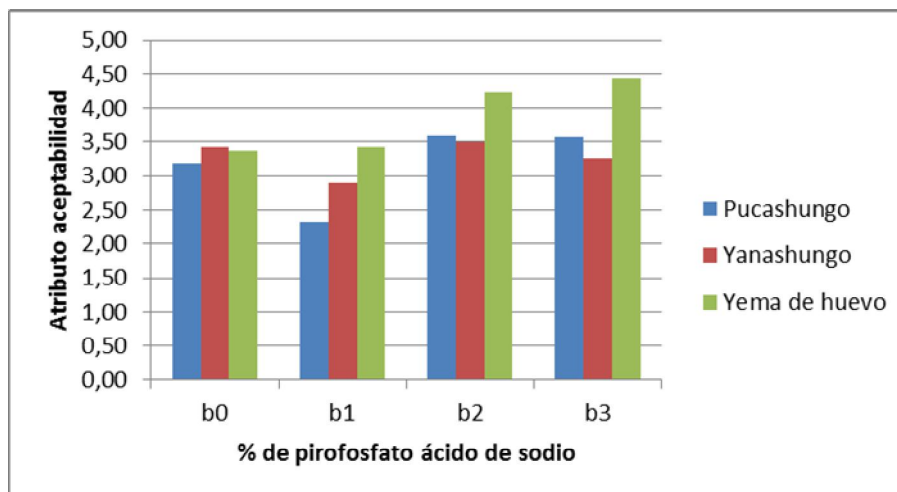


b0: 0,1%; b1: 0,15%; b2: 0,25%; 0,5% pirofosfato ácido de sodio.

**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2011.

**Gráfico D12. Atributo sensorial aceptabilidad**



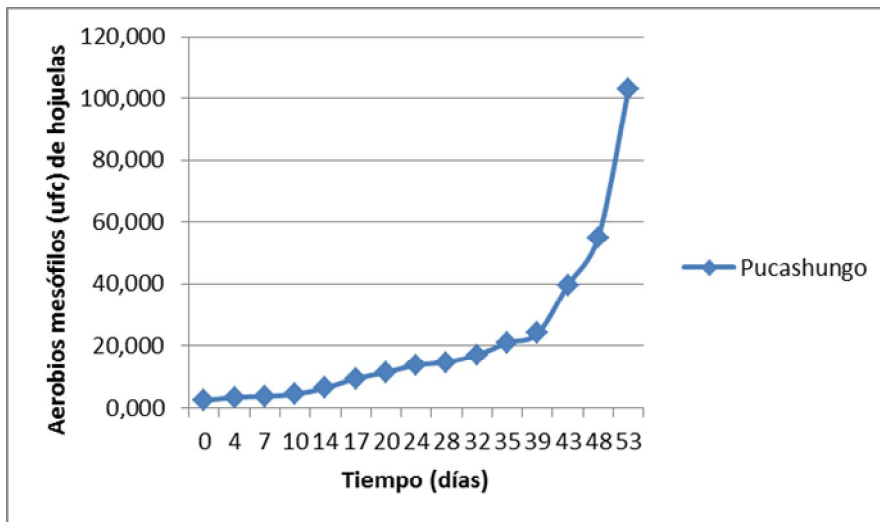
b0: 0,1%; b1: 0,15%; b2: 0,25%; 0,5% pirofosfato ácido de sodio.

**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2011.



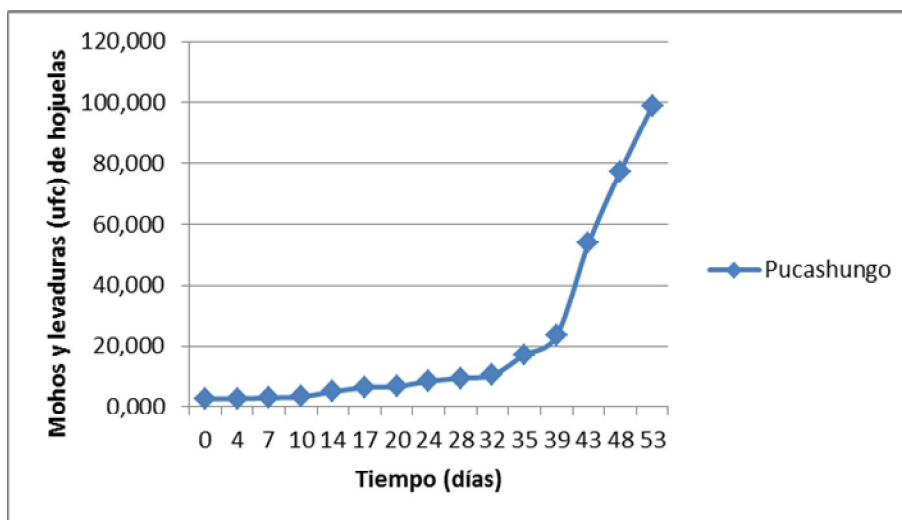
**Gráfico D13. Aeróbios mesófilos (ufc/g) de hojuelas de papa variedad *Pucashungo* con pretratamiento al 0,50% de pirofosfato ácido de sodio**



**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2011.

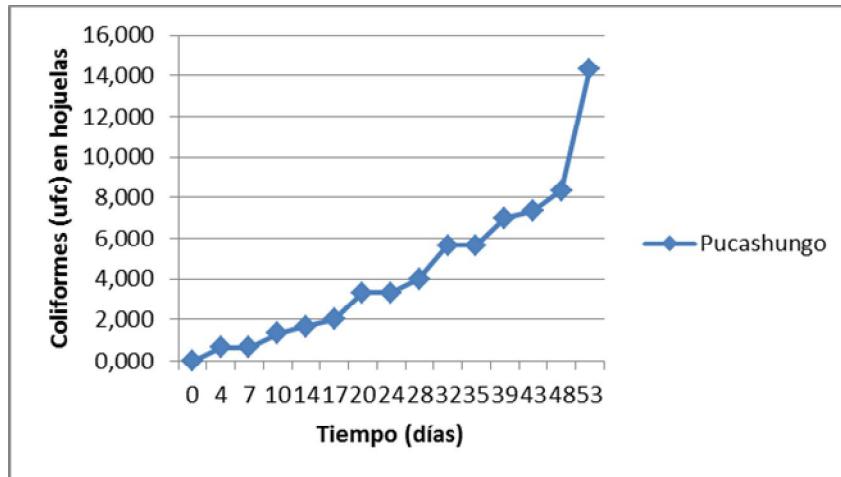
**Gráfico D14. Mohos y levaduras (ufc/g) de hojuelas de papa variedad *Pucashungo* con pretratamiento al 0,50% de pirofosfato ácido de sodio**



**Fuente:** Laboratorios UOITA

**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2011.

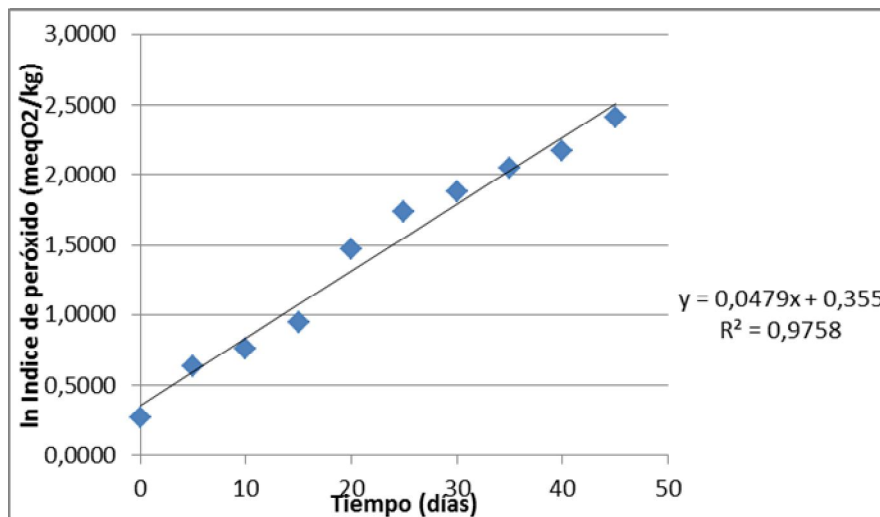
**Gráfico D15. Coliformes (ufc/g) de hojuelas de papa variedad *Pucashungo* con pretratamiento al 0,50% de pirofosfato ácido de sodio**



Fuente: Laboratorios UOITA

Elaborado por: Gabriela Analuisa. 2011.

**Gráfico D16. Valores de Ln del índice de peróxido (meqO<sub>2</sub>/kg) de hojuelas de papa variedad *Pucashungo* con pretratamiento 0,50% de pirofosfato ácido de sodio para los cálculos de vida útil del mejor tratamiento**



Fuente: Laboratorios UOITA

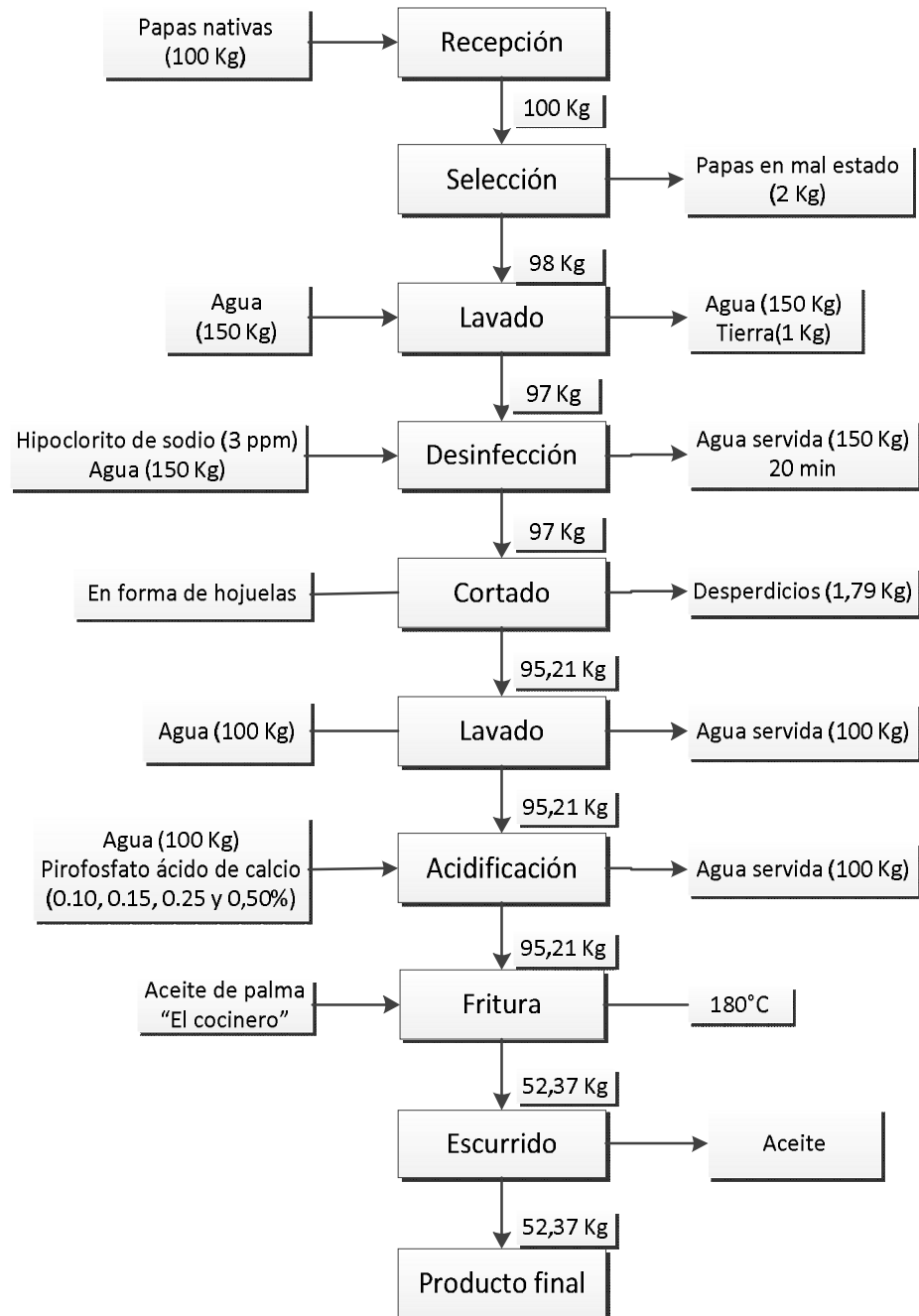
Elaborado por: Gabriela Analuisa. 2011.

**ANEXO E**

**RENDIMIENTO Y COSTO DEL**

**PRODUCTO**

**GRÁFICO E1. BALANCE DE MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS DE PAPA NATIVA CON ADICIÓN DE PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO.**



**Elaborado por:** Gabriela Analuisa. 2012.

**Tabla E1. Materia prima e insumos**

<b>Materia prima</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (USD\$)</b>	<b>Costo total (USD\$)</b>
Papa	100	Kg	0,67	67
Aceite de palma	12	lt	2,75	33
Pirofosfato ácido de sodio	1	Kg	28	28
Fundas (50gr)	1000	unidades	0,03	30
			<b>Total (USD\$)</b>	<b>158</b>

**Tabla E2. Mano de obra directa**

<b>Personal</b>	<b>Sueldo (USD\$)</b>	<b>Días laborables</b>	<b>Costo día (USD\$)</b>	<b>Costo hora (USD\$)</b>	<b>Horas utilizadas</b>	<b>Total (USD\$)</b>
Mano de obra directa	260	25	10,4	1,3	40	52
Jefe de producción	350	25	14	1,75	40	70
					<b>Total (USD\$)</b>	<b>122</b>

**Tabla E3. Costo de suministros**

<b>Suministro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (USD\$)</b>	<b>Costo total (USD\$)</b>
Agua	50	m3	0,1	5
Energía eléctrica	100	kw/h	0,13	13
Gas	6	kg	1	6
			<b>Total (USD\$)</b>	<b>24</b>

**Tabla E4. Costo de maquinaria y equipos**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>	<b>Tiempo de vida útil por años</b>	<b>Costo anual</b>	<b>Costo mensual</b>
Cuarto frío	1	5000	5000	10	500	41,67
Balanza plataforma	1	250	250	10	25	2,08
Freidora de papas	1	1500	1500	10	150	12,50
Mesa de acero inoxidable	1	300	300	10	30	2,50
Canastas de acero inoxidable	1	125	125	10	12,5	1,04
Cedazo con malla de acero inoxidable	1	67,2	67,2	10	6,72	0,56
Estantería de 60*60*180	1	100	100	10	10	0,83
Selladora de pedal	1	248,37	248,37	10	24,837	2,07
Lavadora de papas	1	300	300	10	30	2,50
Tanque para almacenar aceite	1	80	80	10	8	0,67
Rebanadora	1	750,99	750,99	10	75,099	6,26
					<b>Total(USD\$)</b>	<b>72,68</b>

**Tabla E5. Costo de utensilios**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (USD\$)</b>	<b>Costo total (USD\$)</b>	<b>Tiempo de vida útil por años</b>	<b>Costo anual (USD\$)</b>	<b>Costo mes (USD\$)</b>
Cilindro de gas	2	37	74	5	14,8	1,23
Jarras de acero inoxidable	2	9	18	5	3,6	0,30
Baldes plásticos, gavetas, tanques	2	15	30	5	6	0,50
Extintores	1	98	98	5	19,6	1,63
					<b>Total(USD\$)</b>	<b>3,67</b>

**Tabla E6. Costo total de fabricación**

Gastos directos	280,00
Gastos indirectos	100,35
<b>Total costo de fabricación</b>	<b>380,35</b>

**Tabla E7. Costo unitario de producción**

Costo Total (USD\$)	380,35
Costo Unitario/funda (USD\$)	0,380
Utilidad (15%)	0,057
<b>Precio de venta por funda de 50 g</b>	<b>0,44</b>

# **ANEXO F**

## **NORMAS TÉCNICAS**



## **ANEXO F1**

### **Determinación de humedad Método 930,15 A.O.A.C. 1996**

- Pesar 3gr de muestra.
- Proceder a determinar la humedad en la Balanza.

## **ANEXO F2**

### **Determinación de acidez titulable (INEN 381 Primera revisión 1985-12)**

#### **1.- OBJETO**

Esta norma establece el método potenciómetro para determinar la acidez titulable en conservar vegetales y jugos de frutas.

#### **2.- RESUMEN**

2.1. Determinar la acidez titulable mediante un potenciómetro y utilizando hidróxido de sodio.

#### **3.- INSTRUMENTAL**

- 3.1. Balanza analítica, sensible al 0.1mg.
- 3.2. Potenciómetro, con electrodos de vidrio.
- 3.3. Agitador mecánico o electromecánico
- 3.4. Mortero
- 3.5. Matraz erlenmeyer de 250m<sup>3</sup>
- 3.6. Condensador de reflujo
- 3.7. Matraz volumétrico de 250m<sup>3</sup>
- 3.8. Baño de agua.
- 3.9. Embudo para filtración

#### **4.- REACTIVOS**

- 4.1. Solución 0.1N de hidróxido de sodio.
- 4.2. Solución reguladora, de pH conocida. Se recomienda pH = 9

## **5.- PREPARACIONES DE LA MUESTRA**

5.1. Productos líquidos o fácilmente filtrables (jugos, jarabes, líquidos de encurtidos y productos fermentados).

5.2. Mezclar convenientemente la muestra y filtrar utilizando en un matraz volumétrico de 250m<sup>3</sup> y diluir a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada, mezclando luego perfectamente la solución.

5.3. Productos densos o difíciles de filtrar.(salsas en conserva, mermeladas, jaleas) .

5.4. Mezclar y ablandar la muestra con mortero.

5.5. Pesar 25gr de muestra, con aproximación al 0.01g, y transferir a un matraz Erlenmeyer, añadiendo luego 50 m<sup>3</sup> de agua destilada caliente; mezclar convenientemente hasta obtener un líquido de aspecto uniforme.

5.6. Acoplar el condensador de reflujo en el matraz Erlenmeyer y calentar en el baño de agua hirviente durante 30min; enfriar y transferir el contenido a un matraz volumétrico 250m<sup>3</sup>, diluyendo a un volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada.

5.7. Mezclar perfectamente y filtrar.

## **6.- PRODUCTOS SÓLIDOS, SECOS Y CONGELADOS**

6.1. Fraccionar en partes pequeñas la muestra que previamente debe descongelarse, si es necesario; limpiar la muestra de tallos, semillas y otros cuerpos extraños.

6.2. Triturar la muestra en el mortero y pesar con aproximación al 0.01g, a próximamente 25g de la misma, continuando luego como se indica en 2.2.

## **7.- PROCEDIMIENTO**

7.1. La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

7.2. Comprobar el funcionamiento correcto del potenciómetro utilizando la solución reguladora de pH conocido.

7.3. Lavar el electrodo de vidrio varias veces con agua destilada hasta que la lectura del pH sea aproximadamente 6.

7.4. Colocar en un matraz volumétrico, de 25 a 100 cm<sup>3</sup> de la muestra preparada, según la acidez esperada, y sumergir los electrodos en la muestra.

7.5. Añadir rápidamente de 10 a 50 cm<sup>3</sup> de la solución 0.1N de hidróxido de sodio, agitando hasta alcanzar pH 6, determinado con el potenciómetro.

7.6. Continuar añadiendo lentamente solución 0.1N de hidróxido de sodio hasta obtener pH7; luego, adicionar la solución 0.1N de hidróxido de sodio en cuatro gotas por vez, registrando el volumen de la misma y el pH obtenido después de cada adición hasta alcanzar pH 8.3 aproximadamente.

7.7. Por interpolación, establecer el volumen exacto de solución 0.1N hidróxido de sodio añadido correspondiente al pH 8.1

## 8.- CÁLCULOS

La acidez titulable se determina mediante la ecuación siguiente:

Para productos sólidos:

A=% de acidez expresado por el ácido predominante.

V= Volumen de hidróxido de sodio gastados en la titulación

F= Factor del ácido predominante

C= Concentración de la solución de hidróxido de sodio.

M= Peso de la muestra.

$$\%Acidez = \frac{V * C * F}{M} * 100$$

### ACIDOS PRESENTES EN CONSERVAS VEGETALES

ÁCIDOS	PRODUCTOS	gr/mEq
Málico	Derivados de frutas con semilla	0.067

Cítrico anhidro	Derivados de bayas y frutas cítricas	0.064
Cítrico monohidratado	Derivados de bayas y frutas cítricas	0.070
Tartárico	Derivados de la vid	0.075
Oxálico	Derivados de espinacas y tallos	0.045
Acético	Productos encurtidos y adobados	0.060

### **ANEXO F3**

#### **Determinación de pH en alimentos. nmx-f-317-s-1978.**

#### **1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma establece el método para la determinación del pH en alimentos.

#### **2. FUNDAMENTO**

El método a que esta Norma se refiere, se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro).

#### **3. REACTIVOS Y MATERIALES**

##### **3.1 Reactivos**

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico, cuando se indique agua, se debe entender agua destilada libre de CO<sub>2</sub>.

- a) Solución reguladora de pH 4
- b) Solución reguladora de pH 7
- c) Solución reguladora de pH 10

### **3.2 Materiales**

- a) Utensilios apropiados para abrir los envases.
- b) Agitador de vidrio.
- c) Termómetro.
- d) Vasos de precipitados.
- e) Balanza con  $\pm 0.1$  g de sensibilidad.
- f) Embudo de separación.

### **4. APARATOS E INSTRUMENTOS**

- a) Potenciómetro con su (s) electrodo (s) correspondiente(s).
- b) Agitador mecánico o electromagnético.
- c) Licuadora o mortero.

### **5. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Los productos alimenticios podrán consistir de un líquido, una mezcla de líquido y sólido, los que pueden diferir en acidez. Otros productos alimenticios podrán ser semisólidos o de carácter sólido. Las siguientes preparaciones para examinar pH se recomiendan para cubrir esta situación.

#### **5.1 Productos líquidos**

Mezclar cuidadosamente la muestra hasta su homogeneización. (véase 5.2.2). Ajustar la temperatura a  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y determinar su pH como se indica en 7.

#### **5.2 Mezcla compuesta de sólido y líquido**

5.2.1 Drenar el material del envase aplicando la Norma NMX-F-315 y registrar los pesos de las porciones líquida y sólida, manteniéndolas separadas.

5.2.2 Para aquellos productos en los que el líquido contenga aceite, separar la capa grasa en un embudo de separación y retener la capa acuosa. La capa

grasa se descarta. Ajustar la temperatura de la capa acuosa a  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y determinar su pH como se indica en 7.

5.2.3 Remover la porción sólida del tamiz y colocarla en una licuadora o mortero.

Añadir de 10 a 20 ml de agua destilada recientemente hervida por cada 100 g de producto, con objeto de formar una pasta uniforme. Ajustar la temperatura a  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y determinar su pH como se indica en 7.

5.2.4 Mezclar, para obtener una consistencia uniforme, la pasta anterior y la capa acuosa separada según los incisos 6.2.1 y 6.2.2 en la misma proporción que aparecen en el producto. Ajustar la temperatura de la mezcla a  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y determine su pH como se indica en 7.

### **5.3 Productos sólidos**

Proceder aplicando las indicaciones del inciso 5.2.3.

### **5.4 Productos semisólidos**

Mezclar el producto para obtener una pasta uniforme. Adicionar cuando el caso lo requiera entre 10 y 20 ml de agua destilada recientemente hervida por cada 100 g de producto, ajustar la temperatura a  $10^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y determinar su pH como se indica en 6.

## **6. PROCEDIMIENTO**

6.1 Calibrar el potenciómetro con las soluciones reguladoras de pH 4, pH 7 y pH 10 según la acidez del producto.

6.2 Tomar una porción de la muestra ya preparada, mezclarla bien por medio de un agitador y ajustar su temperatura a  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .

6.3 Sumergir él (los) electrodo (s) en la muestra de manera que los cubra perfectamente. Hacer la medición del pH. Sacar el (los) electrodo (s) y lavarlo (s) con agua.

## **7. EXPRESIÓN DE RESULTADOS**

El valor del pH de la muestra se lee directamente en la escala del potenciómetro.

## **8. REPRODUCIBILIDAD**

La diferencia máxima permisible en el resultado de pruebas efectuadas por duplicado, no debe exceder de 0.1 unidades de pH, en caso contrario se debe repetir la determinación.

## **ANEXO F4**

### **DETERMINACIÓN DE ACIDO ASCÓRBICO**

#### **1. FUNDAMENTO.**

Este método se fundamenta en la reducción de una solución de sal sódica del 2.6-dicloro fenol indofenol (DFI) por el ácido ascórbico. Este se oxida y pasa de ácido deshidroascorbico, reacción que ocurre a medida que se añade solución (DFI) sobre la solución que contiene el ácido ascórbico. El punto final está determinada por la aparición de una coloración rosada debido a la presencia de (DFI) sin reducir, en medio ácido.

#### **2. REACTIVOS.**

Solución de 2.6- dicloro fenol indofenol (Sal sódica).

Acido oxálico al 1.6%

Acido ascórbico puro

#### **3. PROCEDIMIENTO.**

##### **3.1.- Estandarización de la solución (DFI)**

**3.1.1** Pesar 50mg de ácido ascórbico y llevar a 250ml con una solución de ácido oxálico al 1.6%

**3.1.2** Diluir alícuotas de 2ml de esta solución con 5ml de la solución de ácido oxálico al 1.6% y titular con la solución de DFI. El punto final de la reacción esta determinado por la aparición de un color rosado, producido por el DFI sin reaccionar (no reducido) en medio ácido (este color persistir durante 15 segundos o más).

### **3.1.3 Cálculos**

Calcular el título de la solución de DFI (número de mg de ácido ascórbico equivalente a 1ml de solución coloreada).

## **3.2.- Determinación del contenido de ácido ascórbico en la muestra:**

**3.2.1** Medir 25ml de jugo (o 25 gr de fruta)

**3.2.2** Añadir un volumen igual de solución de ácido oxálico al 1.6% y mezclar y homogenizar durante 2-5 minutos. (Para evitar la posible oxidación enzimático de ácido ascórbico, resultado del cortado o la maceración de la fruta puede ser preferible medir primero la solución del ácido oxálico y agregar la muestra a esta solución).

**3.2.3** Transferir cuantitativamente a un matraz aforado de 100ml, añadir solución de ácido oxálico al 1.6% 100 ml (si se forman burbujas de aire en la solución, agitar y añadir una gota de alcohol caprilico para romper la espuma).

**3.2.4** Mezclar completamente y filtrar, descartar los primeros ml de filtrado.

**3.2.5** Tomar una alícuota y titular con la solución de DFI, está es reducida por el ácido ascórbico lo cual manifiesta por la aparición de una coloración rosada que desaparece en breve tiempo. El punto final de la titulación, será cuando esta coloración persista en la mezcla que se titula durante un tiempo de 15 segundos o más.

### **3.2.6 Cálculos**

Expresar los resultados en mg de ácido ascórbico/100ml de jugo (o 100gr de fruta).

## **ANEXO F5**



## **DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES**

### **1. OBJETO**

El presente procedimientos, es utilizado para la determinación cuantitativa de azúcares reductores mediante el método del ácido 3,5 – Dinitrosalicílico. El presente método es determinante para la mejora genética en diferentes vegetales.

### **2. CAMPO DE APLICACIÓN**

Se emplea para todo material vegetal cuyo empleo no sea habitual como método del control de variedades de germoplasma.

### **3. PRINCIPIO Y MÉTODO**

Se trata de determinar el contenido de azúcares reductores, estableciendo como máximo permitido un porcentaje de azúcares del 0,1 – 0,2%. Dicho contenido se calcula utilizando la fórmula.

El método a seguir es el siguiente:

Se prepara una disolución de ácido dinitrosalicílico, diluyendo 4,8g de NaOH en 60ml de agua destilada. A esta disolución se le añaden 3g de ácido dinitrosalicílico y 150ml de agua destilada. Se diluye totalmente y se aladen 90g de Sal de Rochelle, enrasando a un volumen total de 300ml.

Posteriormente, se recogen 3 o 4 patatas por variedad y se machacan con un picador.

Se toma 0,3g de la patata picada diluyéndolos en 1ml de agua destilada en un tubo de ensayo.

Posteriormente se adicionan en el tubo 2ml de la disolución de ácido dinitrosalicílico preparada anteriormente. Se prepara también, el blanco para el espectrofotómetro en un tubo 1ml de agua destilada y 2ml de ácido dinitrosalicílico.

Se introducen las muestras y el blanco en el baño maría durante 5 minutos.

Posteriormente se meten a un baño de agua fría durante 2 minutos agitando y 10 minutos más dejando reposar.

Se diluyen las muestras y el blanco cogiendo 1ml y diluyendo en 5ml de agua destilada.

Se introduce en es espectrofotómetro el blanco y se mide la longitud de onda de 546nm.

Por último se procede a la medida de las muestras a la misma longitud de onda.

Para el cálculo del contenido total de azúcares reductores, se aplica la relación existente entre la absorbancia y el porcentaje de azúcares:

$$\% \text{ azúcares} = (\text{Absorbancia} - 0,00385) * 1,07893$$

## **ANEXO F6**

### **DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANOS**

Este método consiste en la mezcla de la muestra con etanol y su posterior filtrado y enrasado hasta obtener el extracto etanólico, el cual se mezcla con una solución de etanol – clorhídrico. El extracto resultante se mide por espectrofotometría con una  $\lambda$  de 517nm, y la absorbancia obtenida se procesa con la relación de Lamber – beer (utilizando un coeficiente de extinción molar 3600).

El resultado se expresa en nmols de glucósido/g de papa. El análisis se efectúa por triplicado y se toma su valor medio. La proporción de las papas es de 4gr, por 10ml de etanol acidulado. Las antocianinas se obtuvieron con mezcla de etanol al 95% y HCl 1.5N en una relación (85:15).

## **ANEXO F7**

### **Análisis microbiológico**

#### **Recuento Total de microorganismos NTE INEN 1529-5:06 Voluntaria AL 01.05-303**

##### **Principio**

Este procedimiento microbiológico de carácter general indica el número de microorganismos aerobios por cantidad de alimento, el estado de conservación de un alimento y mide el número de microorganismos aerobios por cantidad de alimento. El método consiste en cuantificar la cantidad de bacterias vivas o de unidades formadoras de colonias que se encuentran en una determinada cantidad de alimento.

##### **Materiales y equipos**

- ✓ Medio Agar para recuento en placas (PCA)
- ✓ Pipetas
- ✓ Matraz de 250ml
- ✓ Contador de colonias

##### **Procedimiento**

- ✓ Preparación del medio de cultivo PCA: Disolver 23.5 g en un litro de agua desmineralizada, calentando en un baño de agua hirviendo.
- ✓ Luego disolver el medio de cultivo, se lo esteriliza colocándolo en el autoclave a 121°C por 15 minutos.
- ✓ Se deja enfriar el medio más o menos a 40°C y procedemos a colocarlas en las cajas petri, unos 10 ml en cada caja.
- ✓ Licuar la muestra con agua desmineralizada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
- ✓ Con una pipeta perpendicular a la caja petri 1 ml de muestra.

- ✓ Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
- ✓ Se incuban las cajas petri invertidas en la estufa a 35 +/-2°C.
- ✓ No apilar más de 6 placas.
- ✓ Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Québec o una fuente de luz con aumento.

## **Recuentos de Mohos y Levaduras NTE INEN 1529-10:98 Voluntaria AL 01.05-308**

### **Principio**

Los recuentos de mohos y levaduras sirven como criterio de re contaminación en alimentos que han sufrido un tratamiento higienizante y que han sido sometidos a condiciones de conservación.

Los mohos se desarrollan en una actividad de agua de 0.62 a 0.93 a temperaturas de 25 a 30°C; con un pH de 2 – 8.5. Las de mohos son : grandes bordes difusos de color variable (el moho puede producir su pigmento propio), planos usualmente presentan un núcleo central.

Las levaduras son hongos verdaderos que han adoptado una morfología unicelular, que se reproducen asexualmente por gemación. Su actividad de agua es de 0.88 – 0.94. El intervalo de temperatura es de 25 a 30°C. Su pH es de 4.45. Son pequeñas, de bordes definidos, cuyo color varía de rosado oscuro a verde-azul, tridimensionales, usualmente aparecen en el centro.

### **Materiales y equipos**

- ✓ Medio de cultivo PDA
- ✓ Cajas Petri
- ✓ Pipetas
- ✓ Erlenmeyers
- ✓ Matraz de 250 ml
- ✓ Estufa de incubación
- ✓ Contador de Colonias.

### **Procedimiento**

- ✓ Preparación del medio de cultivo PDA: Disolver 39 g en un litro de agua desmineralizada, calentando en un baño de agua hirviendo.
- ✓ Luego disolver el medio de cultivo, se lo esteriliza colocándolo en el autoclave a 121°C por 15 minutos.
- ✓ Se deja enfriar el medio más o menos a 40°C y procedemos a colocarlas en las cajas petri, unos 10 ml en cada caja.
- ✓ Licuar la muestra con agua desmineralizada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
- ✓ Con una pipeta perpendicular a la caja petri 1 ml de muestra.
- ✓ Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
- ✓ Se incuban las cajas petri invertidas en la estufa a 35 +/-2°C.
- ✓ No apilar más de 6 placas.
- ✓ Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Québec o una fuente de luz con aumento.

**Recuentos de *Coliformes* y *Echerichia coli* Método 3M Center, Building 275-5w-05 St Paul, MN 55144-1000- NTE INEN 1529-13:98 Voluntaria AL 01.05-310**

### **Principio**

Las bacterias *coliformes* pertenecen a la familia enterobacteriaceae, son anaerobios facultativos que se encuentran presentes en el intestino, estiércol, suelo. El más conocido de los microorganismos es la *Echerichia coli* y su presencia en los alimentos indica falta de higiene. Por ello en los sistemas de limpieza de equipos, utensilios, suelos y demás instalaciones en la industria alimentaria se toma como prueba definitiva la presencia o ausencia de *E. coli*.

### **Materiales y equipos**

- ✓ Placas Petrifilm

- ✓ Pipetas estériles
- ✓ Matraz de 250 ml estéril
- ✓ Contador de colonias
- ✓ Autoclave

### **Procedimiento**

- ✓ Licuar la muestra con agua desmineralizada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
- ✓ Colocar la placa petrifilm en una superficie plana. Levantar el film superior.
- ✓ Con una pipeta perpendicular a la placa petrifilm colocar 1 ml de muestra en el centro del film inferior.
- ✓ Bajar el film superior, dejar que caiga. No deslizarlo hacia abajo.
- ✓ Con la cara lisa hacia arriba, colocar el aplicador en el film superior sobre el inóculo.
- ✓ Con cuidado ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular. No girar ni deslizar el aplicador.
- ✓ Levantar el aplicador. Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
- ✓ Incubar las placas caras arriba en filas de hasta 20 placas a 37°C por 48 horas.
- ✓ Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Québec o una fuente de luz con aumento. La presencia de colonias azules asociadas con burbujas de gas corresponde a *E.coli*, mientras que las colonias rojas asociadas con burbujas de gas corresponden a los coliformes.

## **ANEXO F8**

### **NORMA SANITARIA SOBRE CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO. LIMA - PERÚ**

#### **Alimentos para regímenes especiales**

Producto cocido de consumo directo, como extruidos, expandidos, hojuela instantánea, otros similares.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aeróbios mesófilos	3	3	5	3	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
Mohos	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Levaduras	3	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	---

Fuente. <http://es.scribd.com/doc/52139232/RM-615-2003MINSA>

## ANEXO F9

### DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE DE ACEITE – NORMA INEN 162

#### Principio

En un grasa o aceite la acidez se expresa como el contenido de ácidos grasos libres expresado convencionalmente como gramos de ácido oleico, laúrico y palmítico por cada 100g de sustancia.

El contenido de acidez se obtiene valorando una muestra de aceite disuelta en alcohol etílico, con solución de NaOH, utilizando fenoftaleína como indicador.

$$A = (V * N) / (10 * m)$$

Donde:

A = acidez titulable del aceite, en porcentaje, en masa de ácido oleico.

V = volumen de la solución de NaOH, empleado en la titulación, en m<sup>3</sup>.

N = normalidad de la solución de NaOH.

m = masa de la muestra analizada en g.

La acidez libre se considera de hecho como impureza y en los aceites de origen vegetal para el uso comestible no se permite un contenido de acidez > 1% (porcentaje en ácido oleico), por esta razón se considera de gran importancia la determinación de este valor.

## **ANEXO F10**

### **ÍNDICE DE PERÓXIDO – NORMA INEN 277:1987:02**

#### **Principio**

Es el número de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra, determinado de acuerdo con esta norma.

Mide el contenido total de peróxidos lipídicos. Durante el almacenamiento, la formación de peróxido es lenta en el periodo de inducción, que varía desde algunas semanas hasta varios meses, según el aceite o grasa que se trate.

#### **A. Reactivos:**

- ✓ Solución de ácido acético y cloroformo. Mezclar tres volúmenes de ácido acético glacial con dos volúmenes de cloroformo.
- ✓ Solución saturada de yoduro de potasio, recientemente preparada.
- ✓ Solución 0,1N de tiosulfato de sodio, debidamente estandarizada.
- ✓ Solución de almidón. Disolver 1g de almidón soluble en agua destilada fría (formando una pasta), añadir 100cm<sup>3</sup> de agua hirviente, agitar rápidamente la solución y enfriar.

#### **B. Procedimiento:**

- ✓ La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- ✓ Pesar, con aproximación a 0,1mg, aproximadamente 5g de muestra.
- ✓ Transferir la muestra al matraz Erlenmeyer de tapa esmerilada de 250cm<sup>3</sup> y agregar 30cm<sup>3</sup> de la solución de ácido acético y cloroformo.



- ✓ Agitar el matraz Erlenmeyer hasta completa disolución del contenido y luego añadir 0,5cm<sup>3</sup> de la solución saturada de yoduro de potasio, usando de preferencia la pipeta Mohr.
- ✓ Agitar el matraz Erlenmeyer con su contenido durante un minuto y añadir 30cm<sup>3</sup> de agua destilada.
- ✓ Usando la solución 0,1N de tiosulfato de sodio titular gradualmente y con agitación constante el contenido en el matraz Erlenmeyer, hasta que el color amarillo haya casi desaparecido.
- ✓ Añadir 0,5cm<sup>3</sup> de la solución indicadora de almidón y continuar la titulación cerca del punto final, agitando constantemente para liberar todo el yodo de las capas de cloroformo. Añadir la solución de tiosulfato de sodio gota a gota, hasta que el color azul desaparezca completamente.
- ✓ Si en la titulación se ha obtenido un valor menor de 0,5ml repetir el ensayo usando solución 0,01N de tiosulfato de sodio.
- ✓ Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento a partir de cada determinación o serie de determinaciones.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I = (V*N/m)*1000$$

Donde:

I = Índice de peróxido en meq. de O<sub>2</sub> por kg de producto.

V = volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la titulación de la muestra en cm<sup>3</sup>.

N = normalidad de la solución de tiosulfato de sodio.

m = masa de la muestra analizada en gramos.



# **ANEXO G**

## **FOTOGRAFÍAS**



Recepción



Selección



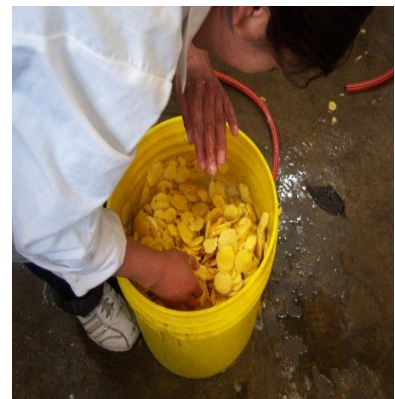
Desinfección



Inmersión



Cortado



Lavado



Acidificación



Fritura



Producto terminado

# **ANEXO H**

## **HOJA DE CATA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Nombre del catador (a): .....

Fecha: .....

**Instrucciones:** Marque con una X el punto que mejor describa su sentido acerca de la muestra.

Característica	Alternativa	Muestras	
		1	2
<b>Color</b>	1.- Muy desagradable		
	2.- Desagradable		
	3.- Ni agrada ni desagrada		
	4.- Agradable		
	5.- Muy agradable		
<b>Olor</b>	1.- Muy desagradable		
	2.- Desagradable		
	3.- No tiene		
	4.- Agradable		
	5.- Muy agradable		
<b>Sabor</b>	1.- Muy desagradable		
	2.- Desagradable		
	3.- Ni gusta ni disgusta		
	4.- Agradable		
	5.- Muy agradable		
<b>Aceptabilidad</b>	1.- Desagrada mucho		
	2.- Desagrada		
	3.- Ni agrada ni desagrada		
	4.- Agrada		
	5.- Agrada mucho		
<b>Textura</b>	1.- Muy blanda		
	2.- Blanda		
	3.- Ni crujiente ni blanda		
	4.- Crujiente		
	5.- Muy crujiente		

Comentario sobre las muestras:

.....  
 .....  
 .....