

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y METALURGIA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**



**“EFECTO DEL TIPO DE EMPAQUE Y LA TEMPERATURA DE  
ALMACENAMIENTO EN LA DEGRADACIÓN DE  
COMPUESTOS ANTOCIANICOS DE LA PAPA (*Solanum  
andigenum* Juz et Buk) NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA”**

**Tesis para optar el Título de  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Presentado por:

**Bach. Javier RINCÓN SÁNCHEZ**




**AYACUCHO – PERÚ**

**2015**

Tesis  
AI 154  
Rin  
Ej. 2

**ACTA DE CONFORMIDAD DEL TRABAJO FINAL DE TESIS**  
**CORREGIDO**

Los que suscribimos, miembros del jurado designado para el acto público de sustentación de tesis titulada “EFECTO DEL TIPO DE EMPAQUE Y LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN LA DEGRADACIÓN DE COMPUESTOS ANTOCIANICOS DE LA PAPA (*Solanum andigenum* Juz et Buk) NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA” presentada por el Bachiller **Javier RINCÓN SÁNCHEZ**, la cual fue sustentada el día 06 de Agosto del 2015, en mérito a la Resolución Decanal N° 048–2015–FIQM-D, damos la conformidad al trabajo final corregido, aceptando la publicación final de la mencionada tesis y declaramos el documento APTO para que pueda iniciar las gestiones administrativas que conduzcan a la expedición y entrega del Título Profesional de **Ingeniero Agroindustrial**.

Miembros del Jurado	DNI	Firma
M.Sc. Ing° Eusebio DE LA CRUZ FERNÁNDEZ	07272511	
Ing° Cronwell Eduardo ALARCÓN MUNDACA	28225147	
Ing° Jack Edson HERNÁNDEZ MAVILA	41886792	

## **DEDICATORIA**

*A DIOS fuente de vida y sabiduría*

*A mis queridos Padres Luis y Bernardina por su paciencia y sacrificio día a día durante mi formación académica, sin el cual no hubiese sido posible culminar mis objetivos.*

*A mis hermanos Anthony, Verónica y Zuly.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- *A mi alma mater Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a mis docentes de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, de manera especial a los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Agroindustrial por su empeño y esfuerzo que me brindaron durante mis estudios.*
- *Un agradecimiento especial a los Docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Agroindustrial por sus enseñanzas y consejos durante mi formación académica en las aulas de la Universidad.*
- *Un agradecimiento especial al Ing. Jorge A. MÁLAGA JUÁREZ por su valioso tiempo y apoyo en el asesoramiento de esta tesis.*
- *A mis hermanos, amigos y a todos quienes contribuyeron de una u otra forma en mi formación profesional.*

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.	
<b>I</b>		
<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>	
<b>OBJETIVOS</b>	<b>2</b>	
<b>II</b>		
<b>REVISION DE LITERATURA</b>		
2.1	LA PAPA NATIVA ( <i>Solanum andigenum Juz et buk</i> )	3
2.1.1	Generalidades	3
2.1.2	Taxonomía	4
2.1.3	Variedades	4
2.1.4	Composición fisicoquímica	7
2.1.5	Aprovechamiento agroindustrial de la papa nativa	8
2.1.6	Factores de cosecha que influyen en la calidad de la papa nativa	11
2.1.7	Factores poscosecha que influyen en la calidad de la papa nativa	13
2.2.	ANTOCIANINAS	16
2.2.1	Generalidades	16
2.2.2	Estructura	18
2.2.3	Biosíntesis	20
2.2.4	Características en el espectro del ultravioleta	21
2.2.5	Factores que alteran la estabilidad de la antocianina	22
2.3	ESPECTROFOTOMETRÍA	30
2.3.1	Generalidades	30
2.3.2	Principio de la espectrofotometría	31
2.3.3	Ley de Beer	32

2.3.4	Ley de Lambert	32
2.3.5	Ley de Bouguer – Beer - Lambert	33
2.3.6	Transmitancia y absorción de las radiaciones	33
2.4	MÉTODOS PARA ALARGAR LA VIDA DE PRODUCTOS FRESCOS	34
2.4.1	Cloro	34
2.4.2	Empacado	36
2.4.3	Almacenamiento refrigerado	38
<b>III</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
3.1	MATERIALES	40
3.1.1	Materia prima	40
3.1.2	Materiales de empaque	41
3.1.3	Reactivos	41
3.1.4	Materiales de laboratorio y otros	42
3.1.5	Equipos e instrumentos	42
3.2	MÉTODOS DE ANALISIS	44
3.2.1	Método para determinar analíticamente antocianinas	44
3.2.2	Determinación del pH	46
3.2.3	Determinación de sólidos solubles	46
3.2.4	Determinación de humedad	46
3.2.5	Determinación de cenizas	46
3.3	ESQUEMA EXPERIMENTAL PARA EVALUAR EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS DE LA PAPA NATIVA,	

	VARIEDAD YANA CHAPIÑA	47
3.4	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA EL ALMACENAMIENTO DE PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA	47
3.4.1	Papa nativa	47
3.4.2	selección	48
3.4.3	Lavado y sanitización	48
3.4.4	Empacado	49
3.4.5	Almacenamiento	50
3.4.6	Evaluación degradativa	51
3.4.7	Gráfica de barras	51
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	51
3.5.1	Determinación del tipo de empaque y temperatura durante el Almacenamiento de la papa nativa, variedad yana chapiña	51
3.5.2	Evaluación de la estabilidad de antocianinas durante el Almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña	53
3.5.3	Evaluación de los sólidos solubles, pH, humedad y pérdida de peso en almacenamiento de la papa nativa	53
3.6	DISEÑO ESTADÍSTICO	53
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1	CARACTERIZACION DE LA PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA	54
4.1.1	Características físicas	54
4.1.2	Características fisicoquímicas	56

4.2	EFFECTO DEL TIPO DE ENVASE Y LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA ESTABILIDAD DE ANTOCIANINAS	57
4.3	PARÁMETROS ÓPTIMOS PARA LA ESTABILIDAD DE ANTOCIANINAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA	63
4.4	EVALUACIÓN DE PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA DURANTE EL ALMACENAMIENTO	64
4.4.1	Evaluación de la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña	65
4.4.2	Evaluación de sólidos solubles durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña	67
4.4.3	Evaluación del pH durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña	69
4.4.4	Evaluación de la humedad durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña	72
4.4.5	Evaluación de la pérdida de peso durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña	74
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>78</b>
<b>VII</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>79</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>81</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Diversas variedades de papa nativa	6
Figura 2	Papa nativa, variedad yana chapiña	6
Figura 3	Estructura básica de $C_6C_3C_6$	17
Figura 4	Estructura básica de la antocianina	18
Figura 5	Antocianinas comunes en la naturaleza ordenadas por Incremento en color rojo en incremento en color azul	19
Figura 6	Biosíntesis de las antocianinas	21
Figura 7	Efecto de los grupos sustituyentes en las antocianinas	23
Figura 8	Transformación estructural de la antocianina con el pH	25
Figura 9	Dos formas presentes con el cambio del pH	26
Figura 10	Efecto del $SO_2$ en la antocianina	30
Figura 11	Papa nativa usada en el trabajo	41
Figura 12	Esquema experimental para el almacenamiento de papa Nativa, variedad yana chapiña	47
Figura 13	Papa nativa, variedad yana chapiña	48
Figura 14	Lavado y desinfectado de papa nativa	49
Figura 15	Envasado en bolsas de polietileno de baja y alta densidad	49
Figura 16	Almacenamiento de la papa nativa a temperatura ambiente, 15°C y 10°C	50
Figura 17	Corte transversal de la papa nativa, variedad yana chapiña	56
Figura 18	Promedios de antocianinas según tipo de envase y	

	Temperatura de almacenaje	62
Figura 19	Evaluación de la retención de antocianinas de la papa Nativa del parámetro óptimo comparado con el testigo	66
Figura 20	Evaluación de los sólidos solubles (°Brix) de la papa Nativa del parámetro óptimo comparado con el testigo	68
Figura 21	Evaluación de la variación del pH de la papa nativa del parámetro óptimo comparado con el testigo	70
Figura 22	Evaluación de la variación de humedad de la papa Nativa del parámetro óptimo comparado con el testigo	73
Figura 23	Evaluación de la pérdida de peso de la papa nativa del parámetro óptimo comparado con el testigo	75

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Composición fisicoquímica de la papa	7
Tabla 2	Comparación fisicoquímica de la papa nativa, derivados De la papa y productos similares	8
Tabla 3	Definiciones de variables y niveles para el almacenamiento De papa nativa, variedad yana chapiña	52
Tabla 4	Características físicas de la papa nativa	55
Tabla 5	Características fisicoquímicas de la papa nativa	57
Tabla 6	Resultados de la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña en el día 10 (en porcentajes)	46 58
Tabla 7	ANVA para la retención de antocianinas durante el el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña en el día 10	59
Tabla 8	Prueba de Tukey para el tipo de envase en la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, Variedad yana chapiña en el día 10	60
Tabla 9	Prueba de Tukey para la temperatura en la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, Variedad yana chapiña en el día 10	61
Tabla 10	Evaluación de la retención de antocianinas durante los 10 días de almacenaje de papa nativa (En porcentaje)	65
Tabla 11	Evaluación de los sólidos solubles durante los 10 días de	

	almacenaje de papa nativa (En porcentaje)	67
Tabla 12	Evaluación del pH durante los 10 días de almacenaje de papa nativa (En porcentaje)	70
Tabla 13	Evaluación de la humedad durante los 10 días de almacenaje de papa nativa (En porcentaje)	72
Tabla 14	Evaluación de la pérdida de peso durante los 10 días de almacenaje de papa nativa (En porcentaje)	75

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1 EVALUACIÓN DE ANTOCIANINAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE PAPA NATIVA	82
Anexo 2 CARACTERISTICAS FISICAS Y FISICOQUIMICAS DE LA PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA	94
Anexo 3 MÉTODO DE EVALUACION DE ANTOCIANINAS	95
Anexo 4 EVALUACIÓN FISICOQUIMICA DE PAPA NATIVA DEL TESTIGO Y ALMACENADA EN BOLSA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD A 10°C	98
Anexo 5 NORMA TÉCNICA PERUANA DE LA PAPA NTP 011.119 2010	104

## I. INTRODUCCION

En el Perú existen una serie de variedades de papas nativas los cuales no se les conoce sus bondades nutritivas y de agro exportación. Las Regiones de Ayacucho y Apurímac son zonas importantes en la producción de papas nativas, no dándole la importancia debida, generando pérdidas al productor debido a la falta de tecnologías para darle el valor agregado adecuado de agroexportación.

Las papas nativas coloreadas, como la variedad yana chapiña contienen diferentes combinaciones y cantidades de micronutrientes, fibras, vitaminas, minerales y compuestos fitoquímicos incluyendo carotenoides, fenólicos, poliacetilenos y sesquiterpenos.

Además de los componentes nutricionales convencionales, las papas nativas coloreadas contienen más de 40 ácidos fenólicos y 5 antocianinas predominantes como cianidina glucósidos aciladas. Las antocianinas poseen bioactividad antiinflamatorio, caso como el cianidina-3-glucósido reduce la activación de la NF- $\kappa$ B (factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B activadas) en células endoteliales, mientras que cianidina disminuye la producción de óxido nítrico en los macrófagos. (Wang y Mazza, 2002).

La papa nativa coloreada dentro de su diversidad fitoquímica y entre sus variedades representa un gran reto para la agroindustria alimentaria funcional. De tal forma, existen relaciones complejas entre el producto alimentario, el material de embalaje y las temperaturas de almacenaje, estrechamente relacionados entre sí, que se producen simultáneamente y de las cuales va a depender la pérdida del valor nutricional del producto.

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- ✓ Efecto del tipo de empaque y la temperatura de almacenamiento en la degradación de compuestos antociánicos de la papa nativa (*Solanum andigenum* Juz et Buk), variedad yana chapiña

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la estabilidad degradación de compuestos antociánicos durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña al utilizar como empaques bolsas de polietileno de baja y alta densidad y temperaturas de 10 y 15°C.
- Determinar los valores de pH, sólidos solubles y humedad durante el último día de almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña al utilizar como empaques bolsas de polietileno de baja y alta densidad y temperaturas de 10 y 15°C.

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### **2.1 LA PAPA NATIVA (*Solanum andigenum* Juz et Buk)**

##### **2.1.1 Generalidades**

La papa es uno de los cultivos más importantes en los países en desarrollo después del arroz, trigo, y maíz. Los países en desarrollo producen 85 millones de toneladas de papa anualmente, aproximadamente un tercio de la producción mundial de papa. Actualmente, la producción está creciendo a una tasa de casi 3% al año.

Hasta los primeros años de la década de 1970 se produjeron las nuevas variedades “Tomas Condemayta”, “Yungay”, “Antarqui”, “Ranrahirca” y “Cusco” de uso muy extendido en todo el país. (UNALM-PIPSP, 1999)

Con la finalidad de conservar el ecosistema de la papa se ha desarrollado el manejo integrado de plagas, produciéndose el empleo de productos químicos sólo de ser inevitable y en forma racional. El manejo integrado de



plagas incluye la aplicación de un conjunto de acciones como la rotación de cultivos, prácticas culturales, utilización de semilla sana, control biológico, trampas, cerco de plantas, eliminación de rastrojos, entre otras. (Ministerio de Agricultura-PECPPN, 2005).

### **2.1.2 Taxonomía**

La clasificación sistemática de la papa nativa se da a continuación:

Género : Solanum  
Subgénero : Leptostemonmu  
Sección : Tuberarium  
Sub-sección : Hyperbasarthrum  
Serie : Tuberosa  
Especie : Tuberosum  
Subespecie : Andigenum

Fuente: Huamán (1986)

### **2.1.3 Variedades**

Las principales variedades o ecotipos de la papa nativa cultivados entre las diferentes comunidades de la Región Ayacucho son las siguientes:

Puka Wira Pasña, Yana Wira Pasña, Saqa Wira Pasña, Yana Qala, Yuraq Qala, Yana Sauce, Ritipa Sisan, Allqa Mindis, Yuraq Winchina, Pumapa Maquin, Puka Qara Zapato, Puka Llumchuy Waqachiq, Yana Llumchuy Waqachiq, Allqa Llumchuy Waqachiq, Puka Wali, Runtus papa, Tukupa Rinrin, Uqi murcilla, Lunariqa, Wata Puñu, Largunchu, Suwa Bambuku, Muru Millqus, Puka Millqus, Yuraq Millqus, Yana Lingua, Muru Palta, Yuraq Sisa,

Suwa Manchachi, Yana Raqacha, Qullqi Marquina, Yana alcarraza, Yana chapiña, Yana Pipinu, Uchuy Qaspa, Qillu Taragallu, Kuchipa Akan y muchos otros.

Variedades o ecotipos para la elaboración de chuño, tenemos algunos: Qullqi Marquina, Yuraq Sisa, Pasñacha, Yuraq Waña, Yana Waña, Kunturpa Kunkan, Yutupa Runtun, Allqa Yuraq Sisa, Allqa Puka Sisa, y otras.

Durante los últimos años, los cambios de hábitos de vida y alimentación están influyendo negativamente en la conservación de la diversidad genética de la papa.

Diversos investigadores sostienen que los esfuerzos por conservar insito las especies cultivadas y silvestres en bancos de Germoplasma (centros de investigación, universidades, etc.) deberían complementarse con la protección de los nichos ecológicos naturales de estas especies. (Ministerio de Agricultura-PECPPN, 2005).

Existe una gran diversidad de papa en el país contando con más de 300 variedades peruanas. Lo curioso es que apenas un 7% de las papas comercializadas son nativas. Existe pues una brecha entre el conocimiento y el consumo siendo necesario identificar las razones de esta importante diferencia. De esta manera, podríamos contar con las herramientas necesarias para explotar las ventajas comparativas de este producto y aprovechar las oportunidades que ofrece el mercado beneficiando a todos los actores de la cadena agroalimentaria de la papa. Es necesario analizar

las necesidades, gustos y preferencias del consumidor final quien definirá la dirección de la estrategia de mercado a seguir.

Se ha identificado una diversidad de variedades de papa llegando a registrarse hasta 90 nombres, en muchos casos hay duplicidad ya que se utilizan diferentes 'nombres' para la misma variedad. El término 'nombres' puede aludir a la variedad de papa en sí, al origen o inclusive hasta a la forma misma de la papa, no existe un punto de referencia uniforme para el nombre que se utiliza. (www.redepapa.org, 2014).



Figura 1: Diversas variedades de papa nativa



Figura 2: Papa nativa, variedad yana chapiña

#### 2.1.4 Composición fisicoquímica

La composición fisicoquímica de la papa nativa se presenta en la tabla 1.

En la tabla 2 se muestra la composición fisicoquímica de la papa comparada con algunos productos tradicionales y no tradicionales afines.

Tabla 1: Composición fisicoquímica de la papa

<b>Componentes</b>	<b>Papa (g/ 100 g de parte comestible)</b>
Energía	97
Agua	74,5
Proteínas	2,1
Grasa	0,1
Carbohidratos	22,3
Fibra	0,6
Ceniza	1,0
<b>Minerales</b>	
Calcio	9,0 mg
Fósforo	47 mg
Hierro	0,5 mg
<b>Vitaminas</b>	
Riboflavina	0,09 mg
Niacina	1,67 mg
Ácido ascórbico	14 mg

Fuente: Collazos, 1996

Tabla 2: Comparación fisicoquímica de la papa nativa, derivados de la papa y otros productos similares

Alimento Comp.	Arroz Pilado	Papa Amarilla	Papa Blanca	Chuño Blanco	Chuño Negro	Papa seca	Fideos
<b>Energía (Kcal)</b>	359	103	97	323	333	322	360
<b>Agua (g)</b>	13,1	73,2	74,5	18,1	14,1	14,8	12,1
<b>Proteína (g)</b>	8,2	2	2,1	1,9	4	8,2	9,4
<b>Grasa (g)</b>	0,5	0,4	0,1	0,5	0,2	0,7	0,2
<b>CHOs (g)</b>	77,8	23,3	22,3	7,7	79,4	77,6	78,2
<b>Fibra (g)</b>	0,4	0,7	0,6	2,1	1,9	1,8	0,5
<b>Cenizas (g)</b>	0,4	1,1	1	1,8	2,3	3,5	0,6
<b>Calcio (mg)</b>	6	6	9	92	44	47	24
<b>Fósforo (mg)</b>	92	52	47	54	203	200	-
<b>Hierro (mg)</b>	0,8	0,4	0,5	3,3	0,9	4,5	1,1
<b>Retinol (mg)</b>	-	0	3	0	-	0	0
<b>Tiamina (mg)</b>	0,09	0,07	0,09	0,03	0,13	0,19	0,13
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,08	0,06	0,09	0,04	0,17	0,09	0,13
<b>Niacina (mg)</b>	1,6	1,85	1,67	0,38	3,4	5	1,5
<b>Ác. Ascórbico (mg)</b>	0,9	9	14	1,1	1,7	3,2	0

Fuente: Collazos, 1996.

### 2.1.5 Aprovechamiento agroindustrial de la papa nativa

Existe en la actualidad un interés por el mejoramiento de la papa en casi todos los aspectos de su producción. Estos cambios pueden ser llevados a cabo a través del cruzamiento tradicional, ingeniería genética y/o prácticas culturales durante su cultivo y en la poscosecha. Las variedades de papa

pueden desarrollarse con un determinado color con el fin de que absorban la menor cantidad de grasa durante el proceso de fritura o para que se haga un mejor uso de los productos de desecho. La papa tiene también un gran potencial en la producción de vacunas y fármacos. (Palomino, 2004).

La papa se puede aprovechar de la siguiente forma:

- a. Producción de vacunas y productos médicos; un gran número de drogas especializadas (con base en proteínas) está siendo desarrollado con fines farmacéuticos.
- b. Productos fritos saludables y otros transgénicos; la papa en hojuelas y a la francesa (french fries) son algunas de las presentaciones que más demanda tiene actualmente. Los genes de almidón pueden ser modificados para producir papas con un alto contenido de materia seca que absorba menos grasa durante el proceso de fritura. El incremento de contenido sólido utilizando ingeniería genética es un mecanismo que ya se utiliza, convirtiéndose así en un potencial para realizar otras mejoras. Otra modificación que es posible hacer sobre los genes de almidón de la papa es mejorarlo para que pueda ser utilizado en alimentos estabilizadores. Las papas transgénicas han sido usadas para producir ciclodextrinas, un carbohidrato de gran valor para la farmacología, y para remover compuestos indeseables de algunos alimentos, como la cafeína. El gen de una proteína que se encuentra en la leche humana ha sido introducido en la papa con el fin de producir plantas comestibles que puedan reemplazar la leche de vaca en la alimentación infantil.

- c. Novedosos productos coloreados de la papa; La variedad de colores presentes en la papa (aspecto que puede ser modificado genéticamente) abre muchas posibilidades para la elaboración de novedosos productos. El color de estos será rojo, azul o púrpura debido a las antocianinas, o amarillo/naranja por acción de los carotenoides.
- d. Remoción de lo indeseable; los glicoalcaloides se producen en la papa de forma natural. Si estos se consumen en grandes cantidades pueden ser tóxicos para los humanos. Las estrategias para minimizar la producción poscosecha de glicoalcaloides pueden incluir:
- Evaluar inhibidores de enzimas (compatibles con el alimento), como el ácido cítrico, para disminuir la producción de glicoalcaloides.
- e. Residuos químicos; la cáscara de la papa puede contener residuos de pesticidas y herbicidas. En los EUA han sido detectados niveles significativos de inhibidores de la brotación en la cáscara de papas, aun después de su cocción. Sin embargo; estos mismos inhibidores pueden llegar a reducir la toxicidad de sustancias químicas, tales como los glicoalcaloides. Retirar la cáscara de la papa antes de cocinarla, no solo remueve la presencia de estas sustancias sino también de muchos compuestos benéficos.
- f. Utilizando el desperdicio de la papa; las alternativas para utilizar el desperdicio de la papa incluyen:
- Extracción de proteínas de la papa.
  - Extracción de almidón, como potencial reemplazo de grasas en algunos alimentos (Ej.: Embutidos) haciéndolos más saludables.

- Extracción de pigmentos naturales para reemplazar artificiales de algunos alimentos.
  - Extracción de antioxidantes naturales presentes en la cáscara de la papa.
  - Harina de papa para mejorar el valor nutricional de productos horneables.
- (Palomino, 2004)

### **2.1.6 Factores de cosecha que influyen en la calidad de la papa nativa**

**Índice de madurez.** La época adecuada para la cosecha está dada por la madurez del tubérculo la cual es diferente en cada variedad. La madurez en las papas no puede ser simplemente definida y puede haber diferencia entre madurez económica y fisiológica. Al crecer los tubérculos y madurar, un máximo en materia seca se alcanza poco después de que se alcanza una mínima cantidad de azúcares.

Un alto nivel de materia seca y un bajo contenido de azúcares son requeridos para el procesamiento, y es considerado como madurez fisiológica y puede ser indicación de cuando desecar el follaje e iniciar la cosecha. Las condiciones de estrés pueden alterar la madurez fisiológica. (Tocagni, 2008)

Debido al factor de precios muchos agricultores se apresuran a cortar el follaje antes de la finalización de la madurez normal de las plantas; en este caso, el producto sufre más daños mecánicos, se pela con más facilidad y hay el peligro de ataque de enfermedades fungosas a través de los muchos magullamientos y principalmente, se demerita la calidad de la papa. Papas cosechadas después de una completa maduración,



son de buena calidad, ya que no se ha perdido su valor alimenticio, contiene más almidón y más proteínas.

El signo de que un plantel de papa está próximo a la madurez es el resquebramiento del suelo alrededor de los cuellos de la planta. Los campesinos cultivadores de papa para el mercado inmediato cosechan el producto cuando este tiene buena demanda y buen precio en el mercado; muchas veces sin que haya alcanzado el tamaño máximo en sus raíces. Esto ocurre, de acuerdo a las variedades. (Contreras. 1993).

**Recolección.** La cosecha de la papa puede efectuarse de diversas maneras, y va desde el simple uso del azadón, hasta el empleo de máquinas complejas que realizan todas las labores: arrancar los tubérculos, librarlos de terrones y piedras y ensacarlos adecuadamente.

Uno de los métodos más usados es el arado común abre el camellón y las papas van quedando diseminadas a lo largo del surco. Debe tenerse la precaución de remover posteriormente el terreno para impedir que un buen número de papas queden tapadas. (Tocagni, 2008).

**Cuidados en la recolección.** No cabe duda que la operación más difícil para mecanizar es la cosecha de las raíces. Además del tamaño irregular, forma, profundidad y distribución, el problema se agrava por arrastre de tierra, piedras, residuos del cultivo y remoción de tierra de las raíces sin que sufran mucho daño, ya que las raíces se deben sacar enteras y sin heridas para evitar la entrada de agentes patogénicos que provocan pudriciones al penetrar por las rajaduras. El inicio y el grado posterior de la deterioración de las raíces están estrechamente relacionado

con la presencia de daños mecánicos, los cuales son normalmente ocasionados al momento de la recolección.

En la recolección de las papas debe comenzar de una a dos semanas después de la destrucción del follaje, de modo que las papas logren la madurez apropiada. El tiempo requerido para éste objetivo varía con el método empleado, las condiciones climáticas y el contenido de humedad del suelo. En la recolección de papa temprana, en que normalmente la planta no alcanza aún su madurez fisiológica, la piel es delgada y se desprende fácilmente, el tubérculo contiene una alta cantidad de agua, su sabor no es definido y el rendimiento es menor, aunque es restablecido con el mayor precio que adquieren en el mercado. (Tocagni, 2008)

## **2.1.6 Factores poscosecha que influyen en la calidad de la papa nativa**

### **2.1.6.1 Manejo del producto.**

**Limpieza.** Una cáscara limpia es indicio de sanidad. Ciertas enfermedades de la superficie del tubérculo y raíces son causadas por agentes patógenos llevados en la cáscara o epidermis. La presencia de tierra en el producto, oradaciones por larvas, verdeamiento, deformaciones y pudriciones parciales entre otros. Todo lo anterior crea en el consumidor una actitud negativa en el momento de la compra.

**Selección.** Consisten separar todos aquellos tubérculos y raíces que presenten problemas fitosanitarios, magulladuras, heridas, daños por cortes, daños por la acción de insectos, pudriciones y otros, de aquellos que se encuentren aptos para el consumo.

**Clasificación.** Consiste en separar el producto por su tamaño, peso, color, de conformidad con las condiciones generales indicadas en la Norma Técnica Peruana (NTP 011.119 2010) para la papa (Ver anexo 5). Esta clasificación permite el almacenamiento por tamaño, así como su comercialización. Una buena clasificación y presentación del producto incide en los precios. Es también muy importante para escoger el tamaño que se usará como semilla de futuras siembras.

**Empaque.** El empaque deberá cumplir con los requisitos especificados en la Norma Técnica Peruana (NTP 011.119 2010) para la papa. Se realiza en sacos de fique u otro material flexible apropiado, los cuales se llenaran hasta completar el peso requerido, luego se procede a amarrar el costal con cabuya y una vez listo el producto será transportado.

**Transporte.** El mal estado de las carreteras contribuye a que en la etapa de transporte el producto sufre daños causados principalmente por el impacto, vibración y compresión de la carga en el vehículo, alterando notablemente la calidad del producto.

Según Pantastico (1979) el transporte de carga mixta ocasiona daños a la mercancía por posible presencia de núcleos de infestación, debido al intercambio de temperaturas, olores, sustancias, etc.

**Almacenamiento.** El mercadeo de la papa requiere una orientación definida, basada en el hecho que el consumidor siempre prefiere la papa fresca. Desde este punto de vista, orientar la producción de acuerdo con las necesidades de consumo y organizar la producción sistemática

del producto, parece más importante que tratar de almacenar los excedentes esporádicos. La papa se puede almacenar en las zonas de producción y en su orden de prioridades, es indispensable almacenar la semilla. El almacenamiento protege al producto de enfermedades, insectos, roedores y condiciones climáticas adversas. (Contreras, 1993).

#### **2.1.6.2 Factores fisiológicos.**

**Transpiración.** El fenómeno de la transpiración que es la eliminación de vapor de agua reviste gran importancia en la mayoría de frutas y hortalizas ya que están conformadas en más de un 80 % por agua y sustancias volátiles. Esta pérdida de agua no tiene compensación y por lo tanto se traduce en pérdidas de peso y lozanía de los frutos.

La transpiración es afectada por factores como la humedad relativa, temperatura, tamaño del producto, daños en la cáscara y por el movimiento del aire.

**Respiración.** Tanto el proceso de maduración como el mantenimiento de la actividad celular, requieren de energía que la obtienen por medio del fenómeno de la respiración. La respiración es un proceso de oxidación de los productos y la producción de energía, una parte de ésta es indispensable en la evolución de la maduración, la otra parte se elimina en forma de calor.

Las raíces y tubérculos, como órganos vivos, respiran empleando el oxígeno del aire y eliminan el calor, anhídrido carbónico y vapor de agua. Una deficiente aireación disminuye la intensidad de la respiración aeróbica

y aumenta la anaeróbica, en la cual se da la formación como productos finales, de alcohol y ácidos orgánicos, cuya acumulación excesiva produce la muerte. Los factores que afectan la respiración son de dos tipos:

a) Factores internos. Tales como estado de desarrollo, composición química del tejido, tamaño del producto, cubiertas naturales y tipo de tejido.

b) Factores externos. Tales como oxígeno disponible, Etileno, dióxido de carbono, temperatura, reguladores del crecimiento, lesiones a los frutos.

Las células de las raíces y tubérculos contienen carbohidratos solubles e insolubles. Además de glucosa, fructuosa y sacarosa, el mayor contenido es de almidón. El almidón se convierte en glucosa con ayuda del oxígeno de la atmósfera y la mayor parte de la glucosa se gasta en la respiración; la menor parte de glucosa se convierte en fructuosa y las dos forman la sacarosa. En esta forma, la conversión del almidón suministra glucosa, fructuosa, sacarosa, CO<sub>2</sub>, agua y energía, indispensable para la supervivencia de los productos. (Tocagni, 2008).

## **2.2 ANTOCIANINAS**

### **2.2.1 Generalidades**

Los compuestos fenólicos comprenden un grupo muy grande de sustancias orgánicas; un subgrupo son los flavonoides dentro de los cuales se encuentran las antocianinas. Las antocianinas son responsables de brindar color a una gran variedad de plantas: desde el color azul, violeta,

magenta, rojo y naranja. La estructura de las antocianinas está formada por dos anillos aromáticos unidos por tres carbonos ( $C_6C_3C_6$ ), denominado estructura flaván como se muestra en la figura 03. Las antocianinas se encuentran en la naturaleza como glicósidos y sus agliconas se denominan antocianidinas. (Fennema, 2000).

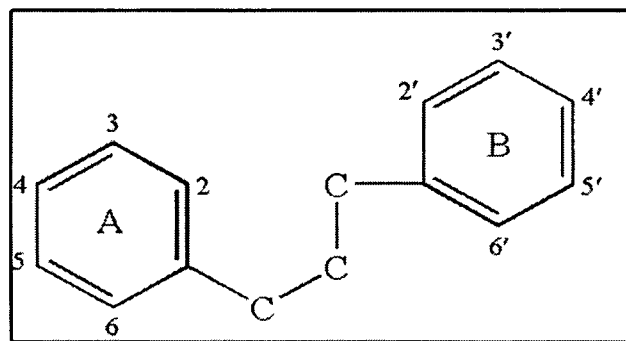


Figura 3: Estructura básica de  $C_6C_3C_6$   
Fuente: Fennema (2000)

Las antocianinas se localizan en diversas partes de las plantas tanto en las frutas, pétalos de flores, hojas, tallos y tubérculos. Cada fruta o vegetal contiene una o varias antocianinas características, la cual la hace diferente, como un tipo de huella digital. Hasta el momento se han identificado 250 antocianinas en las plantas, que varían dependiendo del cultivo y el grado de maduración de la planta. (Fennema, 2000).

El color de las antocianinas resulta de la excitación de la molécula por la luz visible. El grado con el que la molécula es excitada depende de la movilidad relativa de electrones en la estructura y los enlaces dobles se excitan muy fácilmente y su presencia es esencial para dar color.

(Fennema, 2000).

### 2.2.2 Estructura

Las antocianinas son un subgrupo de los flavonoides, que contienen en su estructura base al 2- fenilbenzopirilio. Éstas existen como glicósidos, es decir que contiene unidos covalentemente carbohidratos como se observa en la figura 4; mientras que la antocianidina (denominada aglicona) contiene la misma estructura sin los carbohidratos unidos.

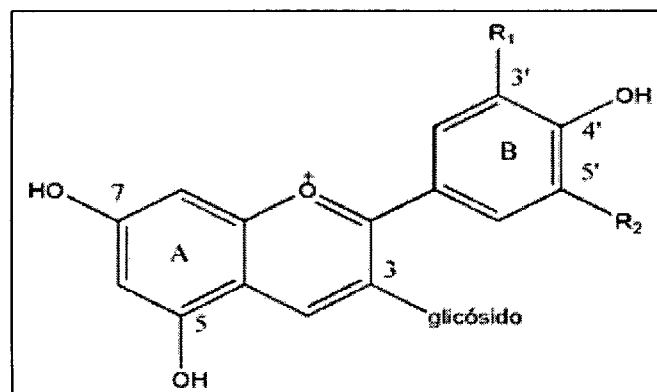


Figura 4: Estructura básica de la antocianina

Fuente: Saldaña (2004)

El grupo hidroxilo de la posición 3 siempre se encuentra glicosilado en las antocianinas, y esto les da cierta estabilidad y solubilidad. Dependiendo de los sustituyentes en el anillo A y B van a ser los diferentes compuestos con diversos colores que se obtendrán. Las diferencias entre las antocianinas se encuentran en el número de grupos hidroxilo en la molécula, el grado de metilación de estos grupos hidroxilo, la naturaleza y

el número de azúcares unidas a la molécula y la posición de la unión, y la naturaleza y el número de grupos alifático y ácidos aromáticos unidos a las azúcares en la molécula (Saldaña, 2004).

Las antocianidinas más frecuentes en las plantas son seis: pelargonidina, cianidina, peonidina, delphinidina, petunidina y malvidina como se muestra en la figura 5.

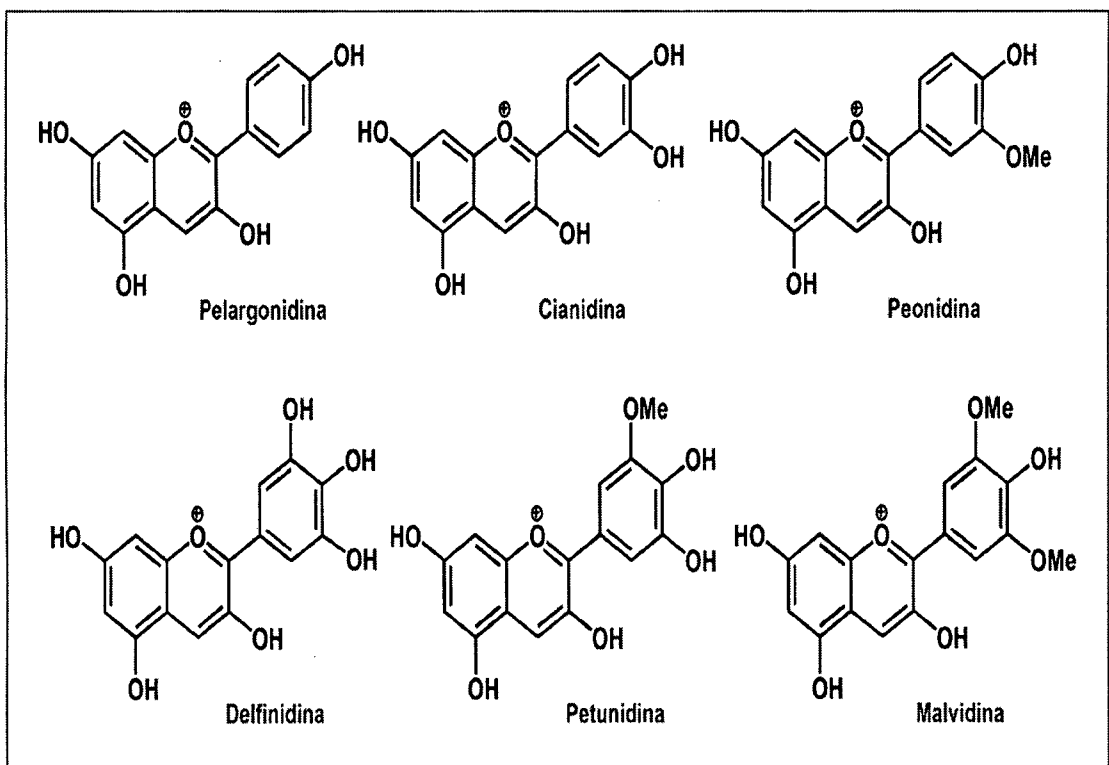


Figura 5: Antocianinas comunes en la naturaleza ordenadas por incremento en color rojo e incremento en color azul

Fuente: Saldaña (2004)



Los carbohidratos comúnmente unidos a estas antocianidinas son: glucosa, galactosa, ramnosa y arabinosa, así como di y tri sacáridos, formados de la combinación de estos cuatro monosacáridos. En algunos casos, éstos residuos de azúcar se encuentran acilados con ácidos tales como el p-cumárico, cafeico, ferúlico, p-hidroxibenzoico, malónico y acético. Al incrementar la sustitución en la molécula de las antocianinas, se obtiene un desplazamiento batocrómico, es decir, que la absorbancia de la luz en el espectro visible se desplaza del violeta al rojo.

### **2.2.3 Biosíntesis**

Para la biosíntesis de las antocianinas influyen dos rutas biosintéticas: la ruta del ácido shikímico y la del ácido malónico. Para la primera, los carbohidratos de la glicólisis, de la ruta de las pentosas fosfato y del ciclo de clavin se convierten en ácidos orgánicos y fenilalanina. La fenilalanina después se incorpora en la porción C 3 6 C de los flavonoides (es decir el anillo B y carbonos del anillo central). El anillo A y el oxígeno del anillo central son proporcionados por la acetil Co-A (Aguilar, 2002).

En la figura 6 se muestra el mecanismo de la biosíntesis de las antocianinas.

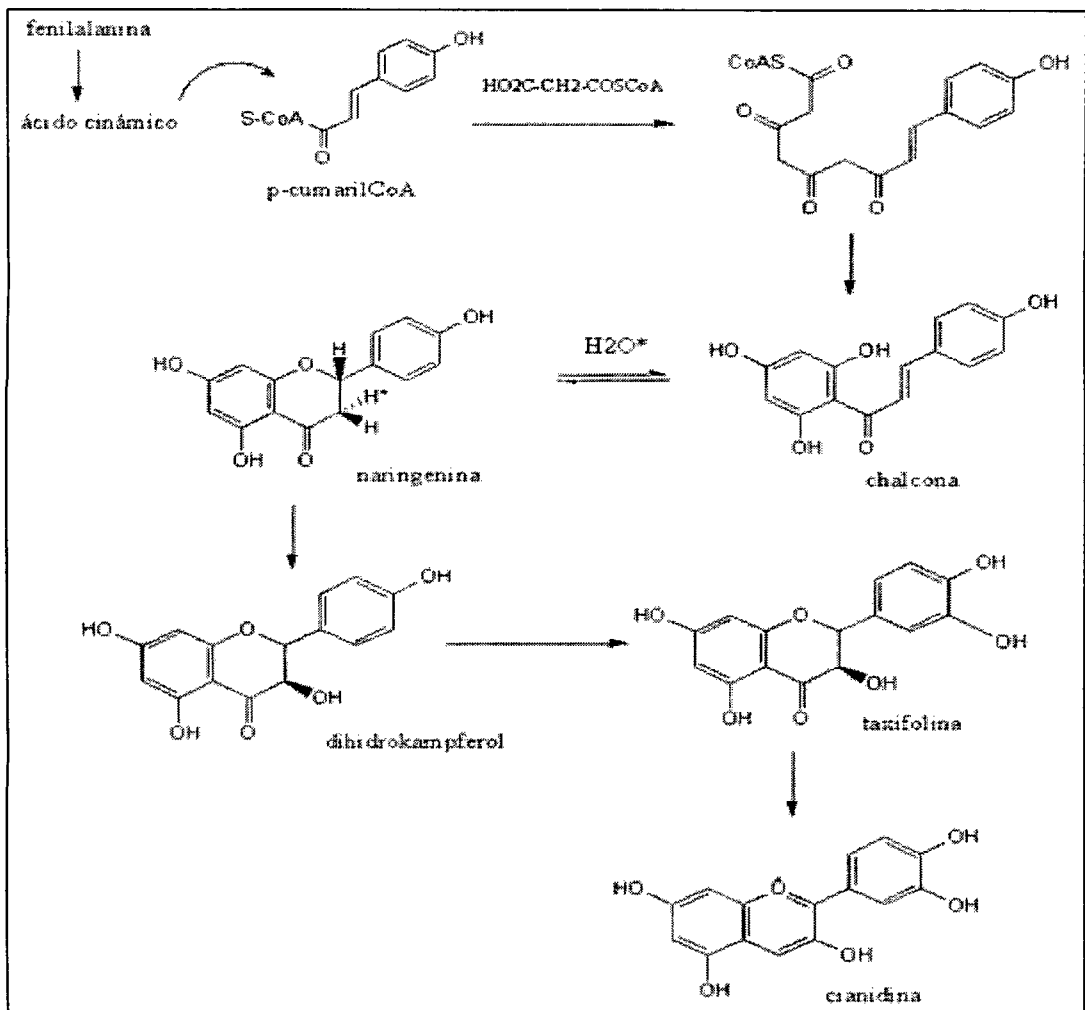


Figura 6: Biosíntesis de las antocianinas

Fuente: Aguilar (2002)

#### 2.2.4 Características en el espectro del ultravioleta/visible

Las antocianinas presentan dos bandas de absorción distintivas. Una banda se encuentra en la región del ultravioleta (260- 280 nm) y la otra banda, en la región visible (490-550 nm). Dependiendo de la aglicona que se tenga va a ser la longitud de onda máxima que se obtenga (Saldaña, 2004).

La forma del espectro nos brinda información acerca del número y posición de las sustituciones glicosídicas y el número de acilaciones. La relación entre la absorbancia a 440 nm y la absorbancia en la longitud de onda máxima es casi el doble para las antocianinas con sustituciones glicosídicas en la posición 3 comparada a aquellas que presentan estas sustituciones en la posiciones 3 y 5 o únicamente en la posición 5. (Saldaña, 2004).

### **2.2.5 Factores que alteran la estabilidad de la antocianina**

Las antocianinas son relativamente inestables, únicamente son estables en medio ácido. El tono y la estabilidad tienen una fuerte influencia de los sustituyentes hidroxilo y metoxilo. La degradación no solo ocurre durante la extracción del tejido de la planta si no también durante el procesado y almacenaje del alimento o bebida.

La estabilidad del color de la antocianinas depende de varios factores: la estructura y concentración de antocianinas, pH, temperatura y la presencia de agentes acomplejantes (fenoles e iones metálicos). La misma antocianina puede poseer diferentes colores, dependiendo del pH y la concentración de la solución, la presencia de copigmentos y otros factores. Los grupos hidroxilo, metoxilo, azúcares y azúcares aciladas tienen un efecto marcado en el color y la reactividad de las antocianinas. El color es influido también por el rango fisicoquímico en el que son analizadas. Generalmente, conforme se incrementan el número de grupos hidroxilo fenólicos, el color se transforma de rosa a azul; observándose el

efecto inverso con los grupos metoxilo (Saldaña, 2004) como se puede ver en la figura 7.

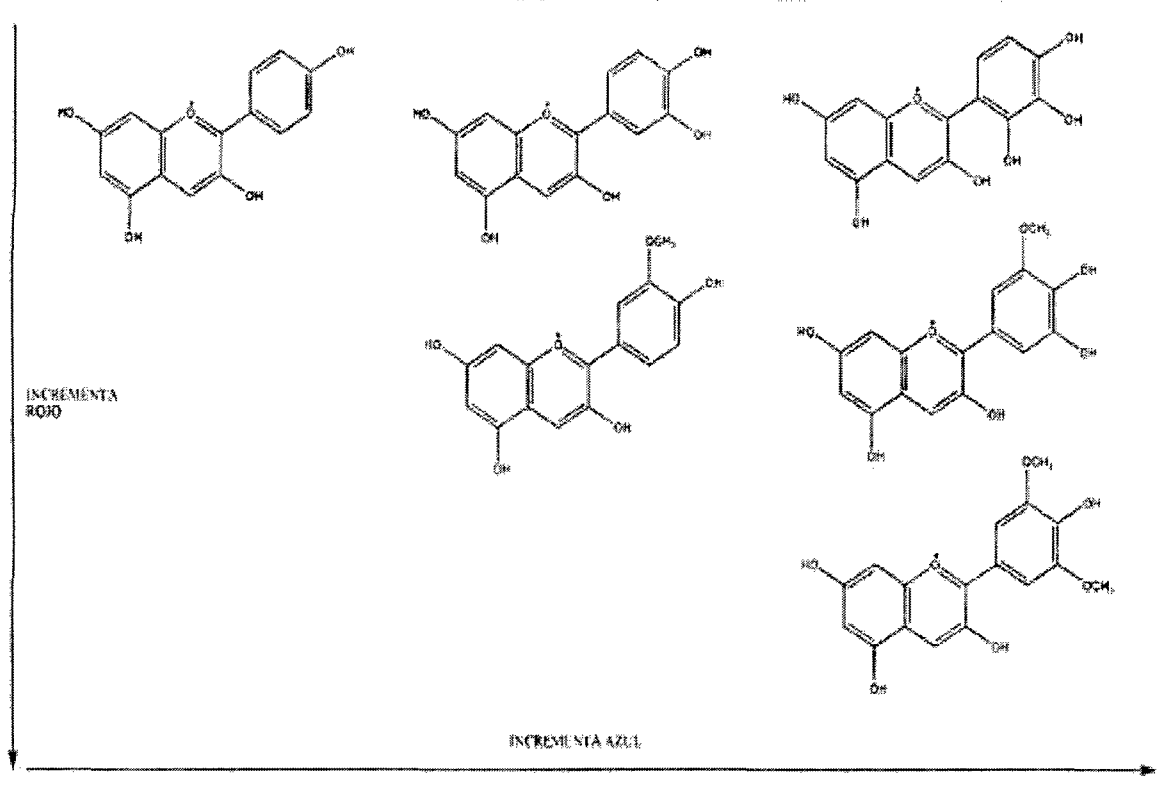


Figura 7: Efecto de los grupos sustituyentes en las antocianinas

Fuente: Aguilar (2002)

El grupo hidroxilo en C-3 es importante, ya que es el que modifica el color de amarillo a rojo por lo que las antocianinas son de color rojo en lo que las 3- deoxiantocianinas son de color amarillo. Sin embargo este mismo hidroxilo es el causante de desestabilizar la molécula. Por lo que un hidroxilo en C-4 o C-5 estabilizará a esta forma colorida reduciendo las reacciones de hidratación. (Saldaña, 2004).

La glicosilación también ha sido demostrada como un factor importante para la estabilización de las antocianinas. Por ejemplo, la vida media (reducción del 50% en la absorbancia a la longitud de onda máxima) de una antocianina tal como cianidina-3-rutinosido es de 65 días como antocianina, sin embargo es de 12 horas cuando se encuentra como antocianidina. Finalmente, uno de los mecanismos más importantes para la estabilización del color es el acomplejamiento molecular de las antocianinas con otros fenoles llamados copigmentos para formar un efecto de copigmentación. (Saldaña, 2004)

#### **2.2.5.1 Influencia del pH**

Las antocianinas no aciladas y las monoaciladas se comportan como indicadores de pH, ya que se presentan en un color rojo a pH bajo, azul a pH intermedio e incoloro a pH alto. La naturaleza de las estructuras químicas con las que las antocianinas cambian y se adaptan al pH se ha aclarado estos últimos años. En condiciones de una solución acuosa ácida, cuatro especies coexisten en equilibrio: la base quinoidal (A), el catión flavilio ( $AH^+$ ), la pseudobase o carbinol (B), y la chalcona (C). La interconversión entre estas estructuras se presenta de la siguiente manera, como se observa en la figura 8:

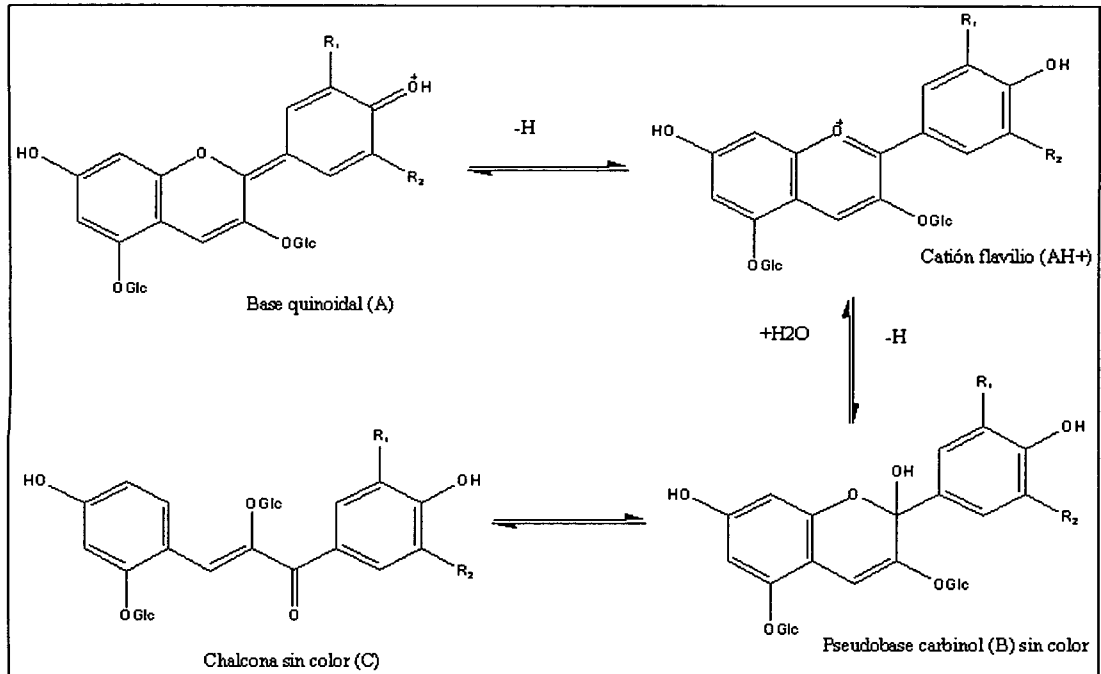


Figura 8: Transformación estructural de la antocianina con el pH

Fuente: Saldaña (2004)

A pHs menores de 2, la antocianina existe en su mayoría en la forma de catión flavilio (C-3=O-azúcar). Conforme el pH incrementa ocurre una pérdida de protón obteniendo la forma quinoidal. Así mismo puede ocurrir otra reacción, la hidratación, para obtener la forma incolora de carbinol o pseudobase. Ésta última puede equilibrarse hacia la forma abierta de chalcona, la cual también es incolora.

Por lo que las proporciones del catión flavilio, la forma quinoidal y la chalcona varían con el pH y con la estructura de la antocianina. Es decir, que conforme la estructura de la antocianina varía en un rango de pH tan solo se presentarán mayoritariamente dos formas de la antocianina: el catión flavilio y otra forma más. (Saldaña, 2004)

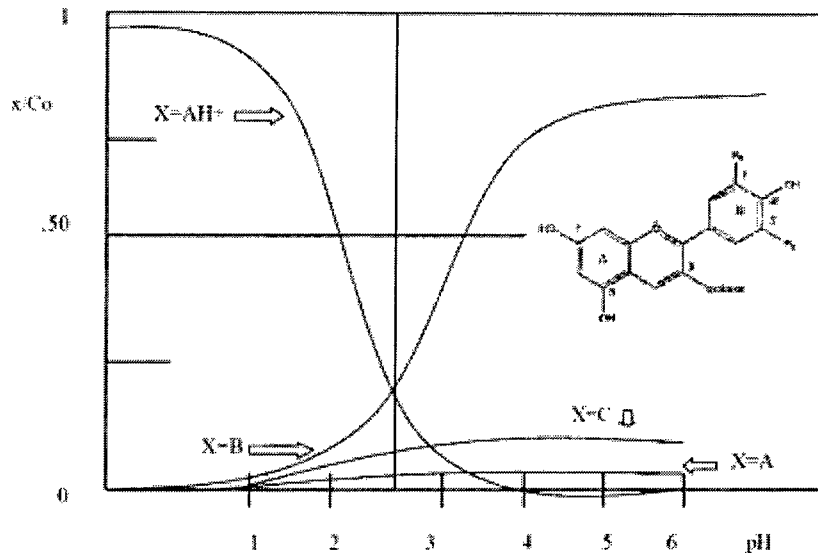


Figura 9: Dos formas presentes con el cambio del pH

Fuente: Saldaña (2004)

### 2.2.5.2 Temperatura

La estabilidad de las antocianinas en los alimentos es afectada por la temperatura de manera terminante. En general, las características estructurales que llevan a una estabilidad en un pH mayor, le da también estabilidad térmica (Fennema, 2000). Como se había mencionado anteriormente existen reacciones de equilibrio entre las cuatro formas estructurales de las antocianinas:



Al incrementar la temperatura, el equilibrio se desplaza hacia la formación de la chalcona, y la reacción inversa es mucho más lenta que la reacción hacia la chalcona. Al disminuir la temperatura, la base

quinoidal y el carbinol se transforman rápidamente a forma de catión flavilio, pero el cambio de la chalcona es muy lento. Toma 6- 7 horas a la chalcona de los 3-glucósidos para alcanzar el equilibrio con el catión flavilio a 25°C. (Saldaña, 2004). El mecanismo exacto de la degradación térmica de las antocianinas no se ha comprendido en su totalidad. Se han sugerido tres formas:

A) El catión flavilio es transformado en primer lugar a la base quinoidal, para después transformarse en diversos intermediarios y finalmente a la cumarina.

B) El catión flavilio se transforma a la base carbinol, posteriormente a la chalcona y finalmente a productos de degradación color café.

C) Este mecanismo es similar excepto en que los productos de la degradación de la chalcona se insertan primero.

### **2.2.5.3 Oxígeno y ácido ascórbico**

La estructura insaturada de las antocianidinas las hace susceptibles al oxígeno molecular. Existe un efecto positivo al remover el oxígeno en la retención del color de las antocianinas en el procesado de jugos al adicionar nitrógeno o vacío.

Así mismo se ha observado que en algunas antocianinas, el ácido ascórbico y las antocianinas desaparecen simultáneamente en los jugos de frutas, sugiriendo una interacción entre las dos moléculas. El oxígeno es destructivo tanto para las antocianinas como para el ácido ascórbico. La degradación por ácido ascórbico de las antocianinas resulta indirectamente



de la formación de peróxido de hidrógeno que se forma durante la oxidación del ácido ascórbico (Fennema, 2000).

En presencia de Cu y de oxígeno, el ácido ascórbico reacciona oxidándose a ácido dehidroascórbico formándose  $H_2O_2$ , que oxida las antocianinas y forma una malvona incolora (Saldaña, 2004).

#### **2.2.5.4 Luz**

La luz es un factor que acelera la degradación de las antocianinas. Se ha observado que la sustitución del hidroxilo en el C-5 hace que la antocianina sea más susceptible a la fotodegradación cuando ésta se presenta con flavonas polihidroxiladas, isoflavonas y auronas sulfonadas (Delgado-Vargas y Paredes-López, 2003).

Ferreira Ozela et al. (2007), al estudiar el efecto de la luz sobre la estabilidad de las antocianinas en extracto de frutos de espinaca blanca, concluyeron que la luz ejerce un efecto adverso sobre su estabilidad. Laleh et al. (2006) llegaron a la misma conclusión en su investigación referida a la estabilidad de antocianinas presentes en extractos de frutos de 4 especies de berberies, como así también Devi et al. (2012) al estudiar la estabilidad de antocianinas extraídas de salvado de sorgo rojo.

Por lo tanto, resulta importante proteger, no solo del oxígeno, sino también de la luz a los productos ricos en antocianinas.

#### **2.2.5.5 Azúcares y sus productos de degradación**

El azúcar a altas concentraciones se ha demostrado que preserva a las antocianinas. Sin embargo, a bajas concentraciones, la fructosa, arabinosa, lactosa y sorbosa tienen un efecto degradable en las antocianinas que no presentan la glucosa, sacarosa y maltosa. Se forma furfural de la degradación del azúcar e hidroxifurfural, los cuales se condensan con las antocianinas para formar productos de degradación de cafés. (Garzón, 2008).

#### **2.2.5.6 Metales**

Los complejos que forman las antocianinas con los metales amplían el espectro de color. Las antocianinas con grupos hidroxilo vecinales pueden secuestrar varios metales multivalentes. El complejo formado por antocianinas - metales causa un desplazamiento batocrómico a colores azules y algunos de estos complejos estabilizan el color en los alimentos (Fennema, 2000)

#### **2.2.5.7 Dióxido de azufre**

El dióxido de azufre causa en las antocianinas el efecto de blanqueamiento de las mismas a concentraciones altas de  $\text{SO}_2$ . Este efecto es reversible o irreversible. El efecto reversible se utiliza durante el procesamiento de las frutas para protegerlas de ataques microbianos, adicionando  $\text{SO}_2$ ; para que después del procesamiento se remueva, y con esto recuperen su color las frutas (Fennema, 2000).

En las reacciones reversibles, hay unión del SO<sub>2</sub> al C-4 y en esta posición causa pérdida de color, ya que las antocianinas que no se han decolorado tienen el C-4 bloqueado como se ilustra en la figura 11

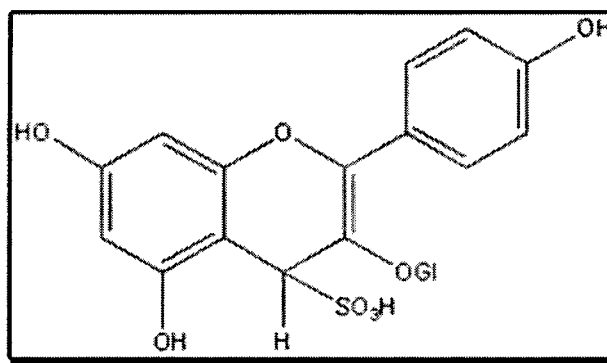


Figura 10: Efecto del SO<sub>2</sub> en la antocianina

Fuente: Fennema (2000)

### 2.2.5.8 Reacciones enzimáticas

Existen enzimas implicadas en la pérdida de color de las antocianinas. Éstas son: las glicosidasas y las polifenol oxidasas, denominadas en su conjunto antocianasas (Aguilar, 2002).

## 2.3 ESPECTROFOTOMETRÍA

### 2.3.1 Generalidades

La espectrofotometría es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones químicas y biológicas. El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

### **2.3.2 Principio de la espectrofotometría**

Todas las sustancias pueden absorber energía radiante, aun el vidrio que parece ser completamente transparente absorbe radiación de longitudes de ondas que no pertenecen al espectro visible; el agua absorbe fuertemente en la región del infrarrojo.

La absorción de las radiaciones ultravioletas, visibles e infrarrojas depende de la estructura de las moléculas, y es característica para cada sustancia química.

Cuando la luz atraviesa una sustancia, parte de la energía es absorbida; la energía radiante no puede producir ningún efecto sin ser absorbida.

El color de las sustancias se debe a que éstas absorben ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre ellas y solo dejan pasar a nuestros ojos aquellas longitudes de onda no absorbidas.

La espectrofotometría ultravioleta-visible usa haces de radiación del espectro electromagnético, en el rango UV de 80 a 400 nm, principalmente de 200 a 400 nm y en el de la luz visible de 400 a 800 nm, por lo que es de gran utilidad para caracterizar los materiales en la región ultravioleta y visible del espectro.

Al campo de luz uv de 200 a 400 nm se le conoce también como rango de uv cercano, la espectrofotometría visible solamente usa el rango del campo electromagnético de la luz visible, de 400 a 800 nm.

Además, no está de menos mencionar el hecho de que la absorción y transmitancia de luz depende tanto de la cantidad de la concentración y de la distancia recorrida. (Martínez, 1992).

### **2.3.3 Ley de Beer**

La Ley de Beer declara que la cantidad de luz absorbida por un cuerpo depende de la concentración en la solución. Por ejemplo, en un vaso de vidrio tenemos agua con azúcar diluida y en otro tenemos un vaso con la misma cantidad de agua pero con más azúcar diluida. El vaso es una celda fotoeléctrica, y la solución de azúcar es la que se mide su concentración.

Según la ley de Beer, si hiciéramos que un rayo de luz atravesara el primer vaso, la cantidad de luz que saldría del otro lado sería mayor que si repitiéramos esto en el segundo; ya que en el segundo, las ondas electromagnéticas chocan contra un mayor número de átomos o/y moléculas y son absorbidos por estos. (Martínez, 1992).

### **2.3.4 Ley de Lambert**

En la Ley de Lambert se dice que la cantidad de luz absorbida por un objeto depende de la distancia recorrida por la luz. Por ejemplo, retomando el ejemplo de los vasos, pero ahora, pensemos que ambos tiene la misma cantidad de agua y la misma concentración de azúcar, pero, el segundo tiene un diámetro mayor que el otro.

Según la ley de Lambert, si hiciéramos que un rayo de luz atravesara el primer vaso, la cantidad de luz que saldría del otro lado sería mayor que si repitiéramos esto en el segundo; ya que en el segundo, las ondas electromagnéticas chocan contra un mayor número de átomos o/y moléculas y son absorbidos por estos; de la misma forma que se explicó en la ley de Beer. (Martínez, 1992).

### **2.3.5 Ley de BOUGUER-BEER-LAMBERT**

Una ley muy importante es la ley de Bouguer-Beer-Lambert (también conocida como ley Lambert Bouguer y Beer) la cual es solo una combinación de las citadas anteriormente. (Martínez, 1992).

### **2.3.6 Transmitancia y absorción de las radiaciones**

Al hacer pasar una cantidad de fotones o de radiaciones, por las leyes mencionadas anteriormente, hay una pérdida que se expresa con la ecuación:

$$I_t/I_o = T^{-kdc}$$

Donde  $I_t$ , es la intensidad de luz que sale de la cubeta y que va a llegar a la celda fotoeléctrica (llamada radiación o intensidad transmitida); y  $I_o$  que es la que intensidad con la que sale al atravesar la celda (radiación intensidad incidente) y la relación entre ambas (T) es la transmitancia.

En el exponente, el signo negativo se debe a que la energía radiante decrece a medida que el recorrido aumenta. Donde k es la capacidad de la muestra para la captación del haz del campo electromagnético, d es la longitud de la cubeta de espectrofotometría que recorre la radiación, y c es la concentración del soluto en la muestra ya ubicada en la cubeta.

### **La ecuación simplificada de la ley de Beer-Lambert**

$$A = \epsilon.d.c$$

Comprende a la *mínima* ecuación que relaciona la concentración (c), la absorbancia de la muestra (A), el espesor recorrido por la radiación (d) y el factor de calibración ( $\epsilon$ ). El factor de calibración relaciona la concentración y la absorbancia de los estándares.

La absorción (o absorbancia) es igual a A, la es el logaritmo del recíproco de la transmitancia.

$$A = \log 1/T$$

Las ecuaciones mencionadas de las leyes son válidas solo y solo si:

- ✓ La radiación incidente es monocromática.
- ✓ Las especies actúan independientemente unas de otras durante la absorción.
- ✓ La absorción ocurre en un volumen de sección transversal uniforme.

(David, 2000).

## **2.4 MÉTODOS PARA ALARGAR LA VIDA DE PRODUCTOS FRESCOS**

### **2.4.1 Cloro**

El primer paso para la reducción de la contaminación de los vegetales es la remoción de la superficie sucia de la cáscara para su posterior pelado, cortado, lavado y sometidos luego. En una solución conteniendo un desinfectante ayuda a reducir la carga microbiana inicial y consecuentemente, la población de patógenos. El cloro en sus varias formas es el más utilizado en los alimentos. Los compuestos a base de cloro son bactericidas que reaccionan con la proteína de las membranas de

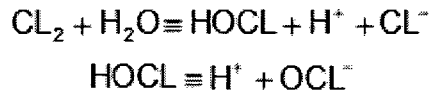
las células microbianas, interfiriendo en el transporte de nutrientes y promoviendo la pérdida de componentes celulares. Concentraciones de 50 a 200 mg y/o ppm por litro de cloro son igualmente usados para desinfectar hortalizas y frutas frescas, en productos mínimamente procesados a escala comercial. Tratamientos inadecuados con soluciones de cloro pueden no reducir efectivamente, la población de microorganismos deteriorativos o patógenos. (Charley, 1997).

Factores como pH, temperatura, materia orgánica y concentraciones de desinfectantes determinan la eficacia de la solución a base de cloro. El mantener el pH de la solución entre 6.5 y 7.5 es importante para el éxito de la etapa de la desinfección. El pH cercano a 7 mantiene el pH en su forma activa de ácido hipocloroso.

Los términos cloro “activo” o “libre” describen la cantidad de cloro en cualquier forma disponible para las reacciones oxidativas y de desinfección. El cloro se puede oxidar incompletamente con materiales orgánicos, llevando a la formación de productos indeseables, como a cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ) y otros trihalometanos, con posible potencialidad carcinogénica. El pH alcalino, el cloro reacciona con bases nitrogenadas para producir cloro aminas. La mayor reactividad de cloro con materia orgánica en la presencia de  $\text{O}_2$  reduce el tenor de cloro libre en el agua. Por ello, se recomienda el cambio de la solución de desinfectante, después de 2 a 3 usos, o cuando el nivel de cloro libre es menor que 100 mg/L.



El cloro libre es definido como la concentración residual de cloro que hay en la forma de gas soluble (Cl<sub>2</sub>) ácido hipocloro (HOCl) y ión hipoclorito (OCl<sup>-</sup>). Las 3 formas de cloro ocurren en conjunto estando en equilibrio. (Charley, 1997).



#### **2.4.2 Empacado**

El empaque en atmósfera modificada busca extender la vida de almacenaje del producto fresco reduciendo la tasa de respiración y el envejecimiento asociado. En cuanto al almacenamiento de los alimentos para su protección externa (embalaje), conducen a la disminución en pérdidas de nutrientes, oxidación rápida; inclusive de las vitaminas. Los embalajes funcionan como una membrana que ayuda a reducir pérdidas de agua, o ataques de microorganismos y otras reacciones.

El principio de empaque en atmósfera modificada se basa en el manejo adecuado de etileno, oxígeno y CO<sub>2</sub>. Estos gases son importantes porque los vegetales frescos continúan respirando y maduran después de ser cosechados. Durante este período el producto consume O<sub>2</sub> y libera CO<sub>2</sub>, opuesto a lo que sucede en la fotosíntesis donde la planta absorbe CO<sub>2</sub> y libera O<sub>2</sub>.

El empaque de vegetales y frutas frescas en un ambiente de atmósfera modificada ofrece beneficios como:

- ✓ Extender la vida de almacenamiento de los productos frescos.
- ✓ Reducir la cantidad de productos descartado por pérdida de propiedades.
- ✓ Mejorar y dar una calidad más constante durante el almacenaje del producto.
- ✓ Evitar la exposición del producto a bacterias sin deteriorar su calidad.
- ✓ Posibilitar la presentación del producto en una forma lista para usar.

Los sistemas de embalajes en frutas y hortalizas procesadas más comunes son los filmes de plásticos. Otros materiales también usados, son los polietilenos (PE) de diferentes densidades, policromato de vinilo (PVC), poliestireno (PS), acetato de vinilo. También podemos usar depósitos en bandejas y otros recipientes de plástico transparente, envuelto con filmes laminados u otras bandejas.

Los sistemas de empaque en atmósfera modificada se pueden emplear para aumentar la vida de almacenaje del producto en forma considerable y evitar situaciones como las actuales donde productos como las hortalizas y vegetales que se transportan a granel y se venden sin empacar, o precariamente empacados, no pueden pasar mucho tiempo en manos del distribuidor mayorista, el supermercado o el consumidor final.

Según los autores anteriores la preservación de los alimentos también requiere que el envase resista a las condiciones adversas a la que es expuesto: Humedad, calor, frío, oxígeno atmosférico, y otros. De lo anterior al principio se modificó el espesor y la proporción de acetato de

vinil de etileno (EVA) de las películas plásticas unilaminares constituidas por mezclas de polietileno (PE) y (EVA) dentro de las películas desarrolladas posteriormente, fueron las laminadas y las coextruidas, éstas últimas consisten en numerosas láminas producidas simultáneamente y plástico caliente que se funde conjuntamente, uniéndose su superficie sin necesidad de adhesivo.

Dado lo anterior al analizar las variedades de film, se observa que las propiedades de barrera para los gases  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ , y para el vapor de agua varían considerablemente en los valores. También se observa que en los film la difusión de gases puede variar, además la permeabilidad se modifica dependiendo de la temperatura, por lo tanto se puede seleccionar un envase a una temperatura pero si esta última cambia la permeabilidad ya no es la misma. La permeabilidad del material simple o complejo, determina la condición atmosférica durante el almacenamiento. Así por ejemplo si se requiere mayores concentraciones de  $CO_2$  y menores de  $O_2$  entre el material deberá ser más impermeable a estos gases para evitar la salida del  $CO_2$  y la entrada de  $O_2$ . En general los vegetales necesitan oxígeno para mantener la respiración aeróbica. (Desrosier, 1987).

#### **2.4.3 Almacenamiento refrigerado**

El almacenamiento en frío constituye el método más benigno de conservación de alimentos. En general ejercen pocos efectos negativos en el sabor y en la textura, el valor nutritivo y los cambios globales que

ocurren en los alimentos, ya que suelen disminuir la velocidad con que se deterioran los alimentos.

El control de la temperatura es el factor más importante para minimizar los efectos de las lesiones de los tejidos en los productos mínimamente procesados. Para estos productos la cadena en frío debe comenzar preferentemente, posterior a la cosecha, pues el pre-enfriamiento de la materia prima, prolonga la vida útil de los mismos. Esta disminución de la temperatura aumenta la vida útil de los productos retardando los procesos fisiológicos de los mismos.

La utilización del almacenamiento refrigerado para frutas y hortalizas se basa en la idea de que las bajas temperaturas retardan el crecimiento de la mayoría de los microorganismos y son eficaces para reducir las actividades enzimáticas.

Las bajas temperaturas durante el almacenamiento retardan el metabolismo de los vegetales, a través de su disminución de su tasa de respiración y reducción de las actividades enzimáticas. Dentro de la variación fisiológica de cada especie la tasa respiratoria normalmente aumenta con la elevación de la temperatura principalmente entre 5 a 20 °C. Temperaturas superiores a 10°C promueven muy rápido el incremento del CO<sub>2</sub> dentro de los embalajes, debido al aumento de la actividad metabólica en el incremento microbiano. (Wiley, 1997).

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo de investigación fue realizado en el Laboratorio de Biotecnología Agroindustrial, Laboratorio de Proceso Agroindustriales y Planta Piloto de Jugos y Frutas de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

#### **3.1 MATERIALES**

##### **3.1.1 Materia prima**

Para evaluar las antocianinas se utilizó como materia prima, papa nativa variedad yana chapiña proveniente de la ciudad de Andahuaylas.

Para las pruebas experimentales, los tubérculos se seleccionaron de tamaño adecuado y uniforme, libres de daños mecánicos y/o fitopatológicos.

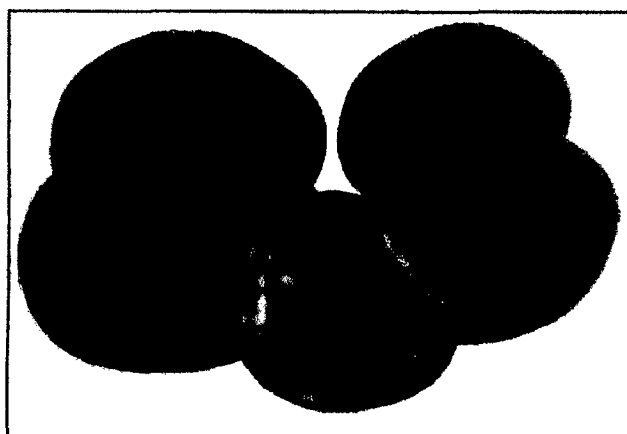


Figura 11: Papa nativa, usada en el trabajo

### 3.1.2 Materiales de empaque

- ✓ Bolsa de Polietileno de Baja Densidad  
Marca: Plastimiq  
Empresa: Plastimiq S.R.L.  
Medidas: 10 cm x15 cm
  
- ✓ Bolsa de Polipropileno de Baja Densidad  
Marca: El brillo del osito  
Empresa: Inversiones Perú Alfa S.R.L  
Medidas: 10 cm x 15 cm

### 3.1.3 Reactivos

- Acetato de sodio q.p.
- Ácido clorhídrico, 37% q.p.
- Cloruro de potasio

### 3.1.4 Materiales de laboratorio y otros

- Agua destilada
- Toallas de papel
- Vasos de precipitados
- Colador
- Crisol de porcelana
- Tubos de ensayo con gradilla
- Mortero y pilón
- Termómetro.
- Bombilla de succión
- Soporte universal
- Papel filtro.
- Cuchillo
- Papel toalla.

### 3.1.5 Equipos e instrumentos

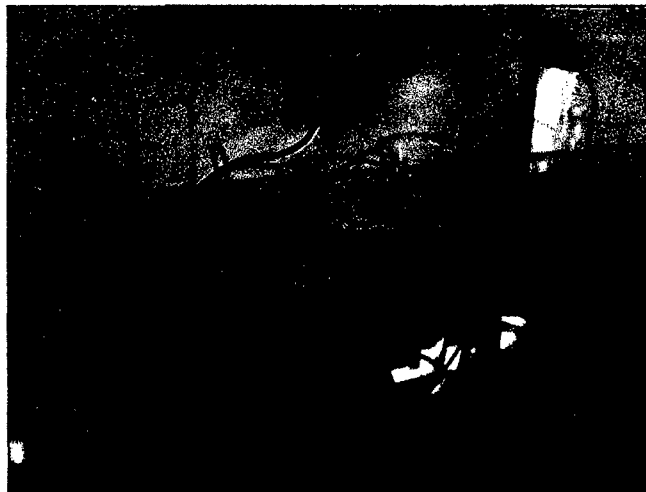
- Balanza Analítica, Marca AND HR 200, precisión  $\pm 10$  mg



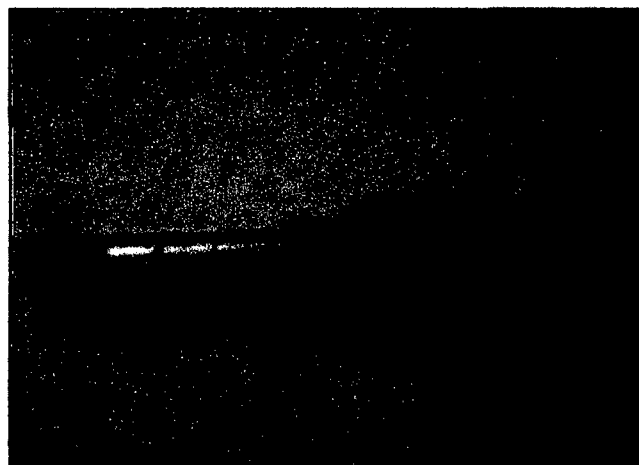
- Espectrofotómetro, Marca: LABOMED, UV-visible



- pH - Metro: Marca: QUIMIS

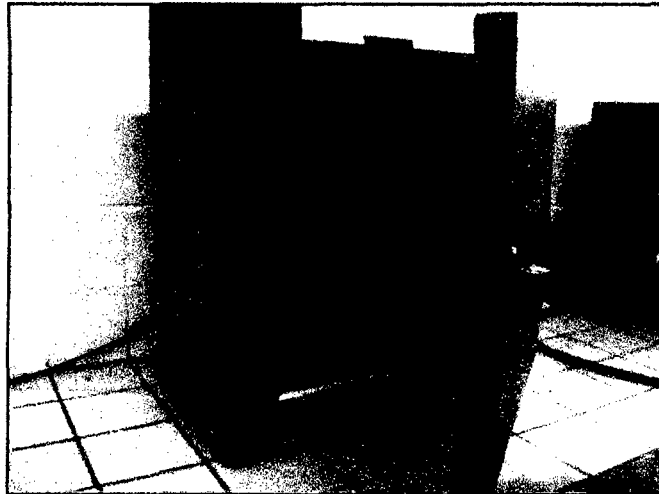


- Refractómetro, Marca: ATAGO

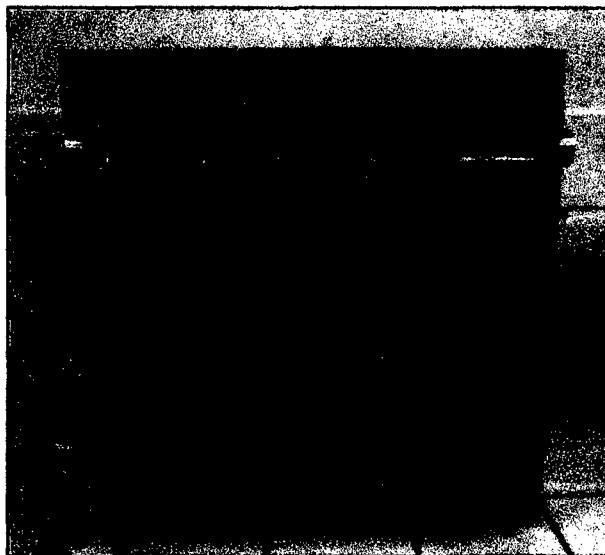




- Estufa digital, marca VWR



- Mufla, marca RELES



- Licuadora doméstica, marca OSTER
- Cámara de refrigeración

## **3.2. METODOS DE ANALISIS**

### **3.2.1. Método para determinar analíticamente antocianinas**

Para cuantificar el contenido de antocianinas durante el almacenamiento

de papa nativa, variedad yana chapiña; se empleará el método:

**CUANTIFICACIÓN DEL TOTAL DE COMPUESTOS ANTOCIÁNICOS  
MEDIANTE EL MÉTODO DEL pH DIFERENCIAL  
(AOAC 2005.02 37.168 - Giusti, M.M. y Wrolstad, R.E.)**

Los compuestos antociánicos desarrollan transformaciones estructurales reversibles con el cambio del pH manifestado por el espectro a diferentes absorbancias. La forma del oxonio coloreado predomina a pH 1.0 y la forma hemiacetal incolora a pH 4.5.

El método del pH diferencial se basa en esta reacción y permite segura y rápidamente medir el total de antocianinas monoméricas.

Materiales:

- Buffer pH 1.0, 0.025 M Cloruro de Potasio
- Buffer pH 4.5, 0.4 N Acetato de Sodio

Se utilizó el espectrofotómetro LABOMED; las mediciones se realizaron a 520 nm (máxima longitud de onda determinada) y a 700 nm. El contenido de antocianinas monoméricas se calculó como cianidina-3-glucósido, usando como coeficiente de extinción molar  $26900 \text{ L cm}^{-1} \text{ mg}^{-1}$  y como peso molecular 449,6 g/L. Los cálculos se realizaron usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Contenido de Antocianinas (mg/L)} = (A \times MW \times FD \times 1000) / (\epsilon \times l)$$

$$A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) \text{ pH } 1,0 - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) \text{ pH } 4,5$$

Donde:

**A** = Absorbancia de la muestra

**MW**= 449,6 g/L, Peso Molecular de cianidina-3-glucósido

**FD** = Factor de dilución

$\epsilon$  = 26 900 L cm<sup>-1</sup>mg<sup>-1</sup>, Absortividad molar de cianidina-3-glucósido

**l** = 1 cm, espesor de la celda

### **3.2.2. Determinación del pH**

El pH se determinó con un potenciómetro digital, por inmersión del electrodo en el jugo de papa nativa, variedad yana chapiña previa calibración con solución buffer de pH 4 y 7 a 25° C

### **3.2.3. Determinación de sólidos solubles**

La determinación del contenido de sólidos solubles se realizó con un refractómetro, haciendo la lectura de °Brix directamente del instrumento.

### **3.2.4. Determinación de humedad**

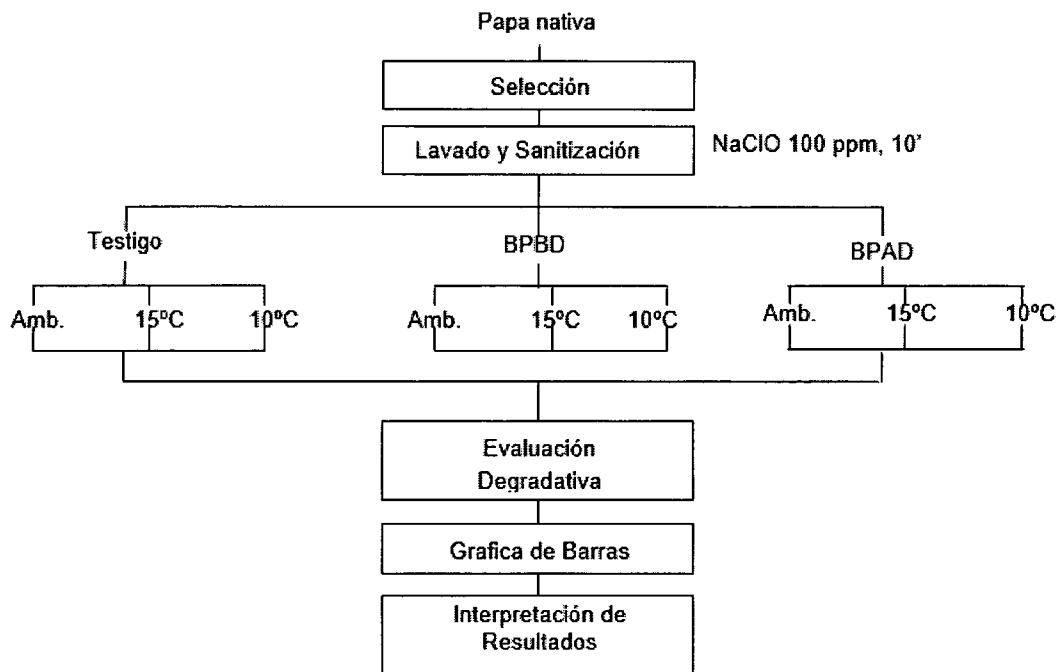
La humedad del tubérculo se determinó por secado y diferencia de pesos de acuerdo al método de la AOAC (1996).

### **3.2.5. Determinación de cenizas**

Para la determinación de cenizas se realizó de acuerdo al método de AOAC, (1996).

### 3.3 ESQUEMA EXPERIMENTAL PARA EVALUAR EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS DE LA PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA

En la figura 3 se presenta el esquema experimental empleado para evaluar la degradación de compuestos antociánicos de la papa nativa, variedad yana chapiña según la metodología planteada.



BPBD: Bolsa de polietileno de baja densidad  
BPAD: Bolsa de polietileno de alta densidad

Figura 12: Esquema experimental para el almacenamiento de papa nativa

Se utilizaron bolsas de polietileno para comprobar cómo influye en la pérdida de calidad de la papa nativa, pues estos empaques disminuyen en gran medida el intercambio de oxígeno, CO<sub>2</sub> y vapor de agua por la capacidad permeable que tienen.

Según Catalá y Gavara (2001) refieren que la velocidad de permeación del polietileno, depende en gran medida del espesor del material, de la temperatura, de la diferencia de presión en ambas caras y de la humedad relativa.

### **3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA EL ALMACENAMIENTO DE PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA**

#### **3.4.1 Papa nativa**

La muestra que se utilizó fue la papa nativa de la variedad yana chapiña, de productores certificados, provenientes de la ciudad de Andahuaylas.

#### **3.4.2 Selección**

La selección es una operación que consiste en eliminar toda materia prima que no es aceptable (putrefacta, golpeada, etc.) y la clasificación es una operación para uniformizar la materia prima que tiene como finalidad agruparla en base a las propiedades físicas diferentes (forma y tamaño).

En este caso se seleccionó las papas nativas que estuvieron libre de infestaciones o que tenían algún daño mecánico.

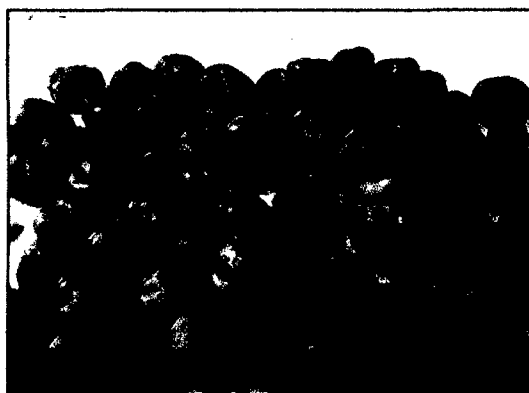


Figura 13: Papa nativa, variedad yana chapiña

### **3.4.3 Lavado y sanitización**

El lavado se realizó con la finalidad de eliminar la suciedad y/o restos de tierra adheridos en la superficie del tubérculo. Para la sanitización, se sumergió la papa nativa seleccionada en una solución de cloro a 100 ppm durante 10 min a temperatura ambiente.



Figura 14: Lavado y desinfectado de papa nativa

### **3.4.4 Empacado**

Después de haber retirado el exceso de agua y haberlos seleccionados fueron empacadas en bolsas que tienen ciertas propiedades de permeabilidad a los gases y al vapor de agua; las papas nativas fueron empacadas de la siguiente manera:

**a<sub>0</sub>**: Testigo

**a<sub>1</sub>**: Bolsa de Polietileno de Baja Densidad

**a<sub>2</sub>**: Bolsa de Polietileno de Alta Densidad

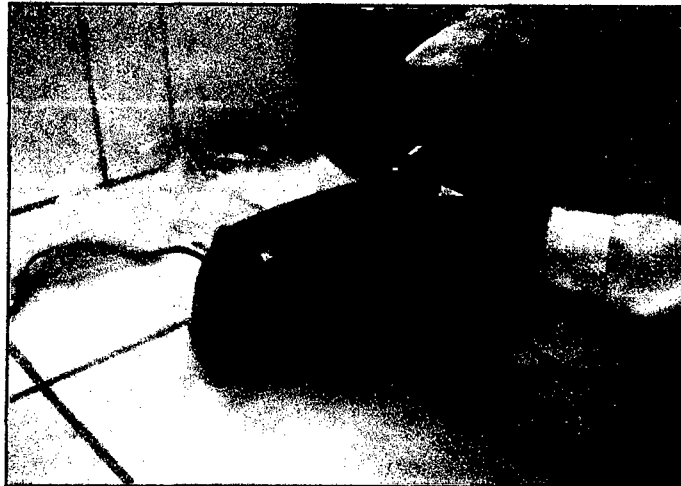


Figura 15: Envasado en bolsas de polietileno de baja y alta densidad

### 3.4.5 Almacenamiento

Una vez empacadas las papas nativas, estas se almacenaron a tres temperaturas:

$b_0$ : Ambiente

$b_1$ : 15° C

$b_2$ : 10° C

Se utilizaron temperaturas de refrigeración para almacenar las muestras de papa nativa, pues a estas temperaturas retardan procesos metabólicos como respiración, transpiración e intercambio de oxígeno y CO<sub>2</sub> en los vegetales.

Se acondicionó las muestras a temperatura ambiente para realizar las comparaciones con las temperaturas de refrigeración.

Según Wiley (1997) al utilizar temperaturas de refrigeración en la conservación de frutas climatéricas retarda el proceso respiratorio alargando así su vida útil del vegetal.

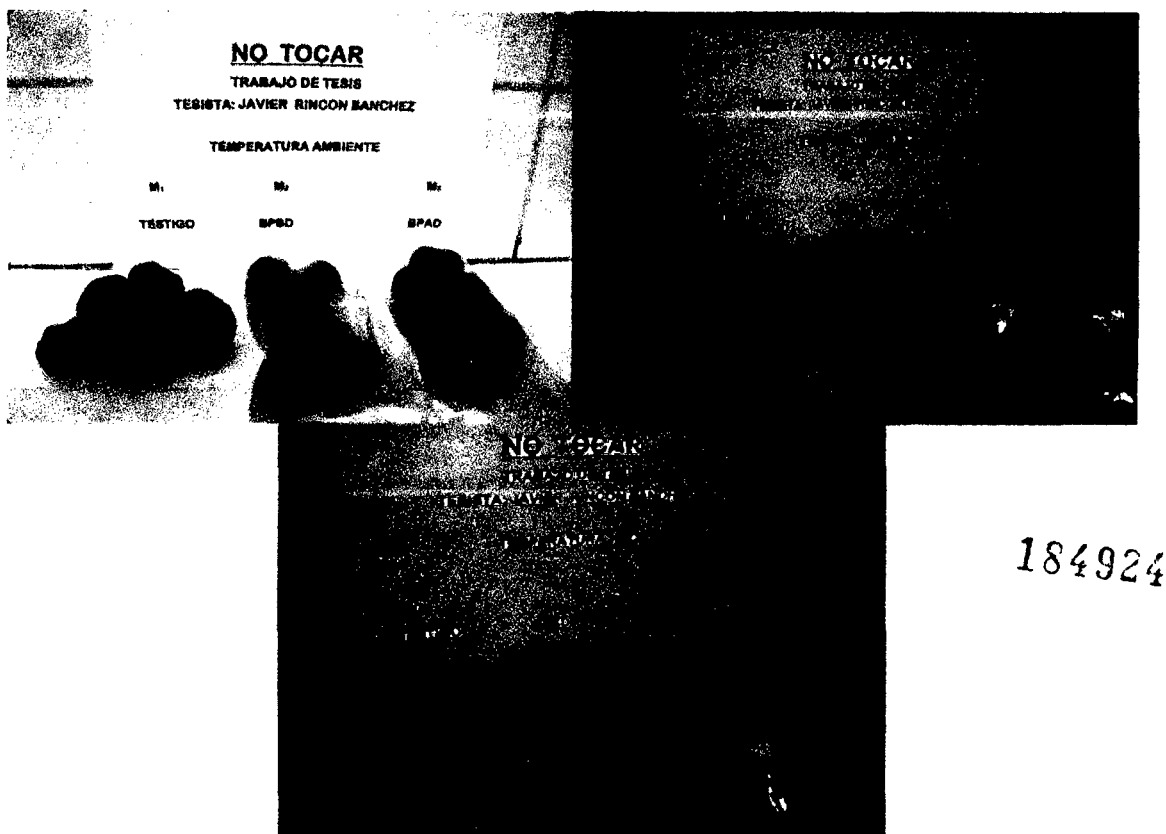


Figura 16: Almacenamiento de la papa nativa a temperatura ambiente, 15°C y 10°C

### 3.4.6 Evaluación degradativa

De cada tratamiento se evaluó la degradación de compuestos antociánicos de la papa nativa, cada dos días, durante 10 días. A los datos obtenidos se aplicó la siguiente relación:

$$\% \text{ retención de antocianina} = \frac{\text{Contenido Final de Antocianina}}{\text{Contenido Inicial de Antocianina}} \times 100$$



### 3.4.7 Grafica de barras

Los resultados obtenidos en el punto anterior fueron expresados en gráfica de barra, comparando la condición óptima con un control, % tasa de conservación de antocianina vs tiempo (días).

## 3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

### 3.5.1 Determinación del tipo de empaque y temperatura durante el almacenamiento de la papa nativa, variedad yana chapiña

Después de realizar selección, lavado y sanitización de papa nativa, se procedió a envasarlas en bolsas de polietileno de baja densidad, de alta densidad y una sin empaque considera como testigo, tres en cada tipo de empaque. Por último se almacenaron a las temperaturas de: Ambiente, 15° C y 10° C; por un periodo de 10 días, al término del cual se evaluará la tasa de conservación de antocianinas (%).

Tabla 3: Definiciones de variables y niveles para el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña

VARIABLE	NIVEL		
<b>A: Tipo de Empaque</b>	<b>a<sub>0</sub></b> : Testigo	<b>a<sub>1</sub></b> : Bolsa de Polietileno de Baja Densidad	<b>a<sub>2</sub></b> : Bolsa de Polietileno de Alta Densidad
<b>B: Temperatura de Almacenamiento</b>	<b>b<sub>0</sub></b> : Ambiente	<b>b<sub>1</sub></b> : 15° C	<b>b<sub>2</sub></b> : 10° C

**Variables independientes:**

- ✓ Tipo de empaque: Polietileno de baja densidad, de alta densidad y testigo (sin empaque)
- ✓ Temperatura de almacenamiento: Ambiente, 10°C y 15°C

**Variables dependientes:**

- ✓ Contenido de antocianina (mg/mL)
- ✓ Sólidos solubles (°brix)
- ✓ pH
- ✓ humedad (%)
- ✓ pérdida de peso (g)

**3.5.2 Evaluación de la estabilidad de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña**

Una vez seleccionado el parámetro de tipo de empaque y temperatura de almacenamiento más adecuados para la estabilidad de antocianinas de papa nativa, se procedió a preparar la muestra y un control, con la finalidad de someterlos a una evaluación degradativa de antocianinas, lo que comparamos a lo largo del período de almacenamiento, los análisis se realizaron cada 2 días durante 10 días.

### 3.5.3 Evaluación de los sólidos solubles, pH, humedad y pérdida de peso en almacenamiento de la papa nativa, variedad yana chapiña

Las muestras de papas nativas también fueron evaluados en almacenamiento: la variación de sólidos solubles, variación del pH, variación de humedad y pérdida de peso, según los tratamientos en estudio.

### 3.6 DISEÑO ESTADÍSTICO

El estudio experimental se dividió en 9 ensayos por distintos tratamientos. Así para cada ensayo el diseño estadístico a emplear, consiste en un factorial de 3x3x3, con arreglo en un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde el primer factor corresponde a tipo de empaque, el segundo la temperatura de almacenamiento. Con ello se tuvieron 9 tratamientos los cuales con 3 repeticiones hacen un total de 27 experimentos.

$$\text{Modelo estadístico} \quad Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  es la tasa de conservación de antocianina en % obtenida con el  $i$ -ésimo tipo de empaque,  $j$ -ésimo temperatura de almacenamiento,  $k$ -ésima repetición

$\mu$  es el efecto de la media general

$\alpha_i$  es el efecto del  $i$ -ésimo tipo de empaque

$\beta_j$  es el efecto del  $j$ ésimo temperatura de almacenamiento

$(\alpha\beta)_{ijk}$  es el efecto de la interacción en el  $i$ ésimo tipo de empaque,  $j$ -ésimo temperatura de almacenamiento.

$\epsilon_{ijk}$  es el efecto del error experimental en el  $i$ -ésimo tipo de empaque  $j$ -ésimo

temperatura de almacenamiento,  $k$ -ésima repetición

$i = 3$  es el número de niveles del tipo de empaque

$j = 3$  es el número de niveles de la temperatura de almacenamiento

$k = 3$  es el número de repeticiones

Para todas las variables dependientes se realizó el análisis de varianza (ANVA), cuyas fuentes de variación serán el tipo de empaque y la temperatura de almacenamiento con sus respectivas interacciones.

Para el caso que haya significancia estadística se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey. Para todos los casos el nivel de significancia fue de 5%.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA

##### 4.1.1 Características físicas

Los frutos cosechados debidamente seleccionados en base a tamaño, forma, color y grado de madurez; presentaron características físicas homogéneas, demostrado mediante características físicas que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4: Características físicas de la papa nativa, variedad yana chapiña

<b>Característica</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
Peso (g)	41,84	32,49 – 47,44
Diámetro polar (cm)	3,17	2,72 – 3,45
Diámetro ecuatorial (cm)	3,90	3,58 – 4,27
Color del pericarpio	Morado intenso	-

El rango de variación de los pesos promedios de la papa nativa, variedad yana chapiña fue de 32,49 a 47,44 g; con respecto a sus diámetros polares y ecuatoriales promedio fue de 3,17 y 3,90 cm respectivamente, con un color de pericarpio de morado intenso.

No se reportaron en la bibliografía datos sobre características físicas de papa nativa, variedad yana chapiña, considerándose estos datos como referencia para estudios futuros sobre esta variedad de papa nativa.

En la figura 17 se muestra el corte transversal de la papa nativa variedad yana chapiña, empleada en el presente trabajo de investigación.



Figura 17: Corte transversal de la papa nativa, variedad yana chapiña

#### **4.1.2 Características fisicoquímicas**

Con relación a las características fisicoquímicas de la papa nativa, variedad yana chapiña (tabla 5) se encontró que el contenido de sólidos solubles promedio fue de 6,07, pH de 6,37 y acidez (0,39), indicativo de vegetal ligeramente ácido, lo cual representa su principal característica de este tubérculo para darle valor agregado.

Por otro lado, el contenido de humedad fue de 79,77% y cenizas (0,96%), calculado experimentalmente, coincide lo determinado por Collazos *et al* (1993). Valores promedio similares de pH (6,65), sólidos solubles (5,78) y acidez titulable (0,37) fueron encontrados por Salazar *et al.*, (2008). Estas características determinaron que la calidad global de la papa nativa, variedad yana chapiña fue buena.

Tabla 5: Características fisicoquímicas de la papa nativa, variedad yana chapiña

<b>Característica fisicoquímica</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
Sólidos solubles (°Brix)	6,07	0,20
Acidez titulable (ácido málico) (%)	0,39	0,025
Humedad (%)	79,77	1,40
Cenizas (%)	0,96	0,089
pH	6,37	0,14
Antocianinas (mg)/ 100 g	13,44	0,21

#### **4.2 EFECTO DEL TIPO DE ENVASE Y LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA ESTABILIDAD DE ANTOCIANINAS**

La cuantificación de los efectos de las condiciones físicas en la estabilidad de antocianinas fueron diseñadas mediante un modelo empírico como se muestra en tabla 6. Las variables independientes fueron; tipo de envase y temperatura de almacenamiento, cuya variable dependiente

fue la retención de antocianinas, expresa en porcentaje (%).

Tabla 6: Resultados de la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña en el día 10 (En porcentaje)

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO (°C)	TIPO DE EMPAQUE		
	TESTIGO (%)	BPBD (%)	BPAD (%)
AMBIENTE	93,12	93,56	94,22
	92,38	93,19	94,09
	93,27	94,27	94,56
15	94,09	94,79	95,21
	94,17	94,85	95,23
	93,85	94,69	95,66
10	95,18	95,88	96,09
	95,33	96,04	96,45
	95,25	96,17	96,92

BPBD: Bolsa de polietileno de baja densidad  
BPAD: Bolsa de polietileno de alta densidad

Se acondicionaron durante 10 días de almacenaje, ya que muchos autores coinciden que los tubérculos tienen tiempo de vida útil de consumo entre 8 y 14 días, por lo que en el presente estudio se consideró este período.

Flores (1994) refiere que la mayoría de vegetales tienen periodos cortos de vida útil por el alto contenido de humedad que contienen, indicando que en promedio es de 12 días.

En la tabla 7 se muestra el análisis de varianza para la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña en el día 10.



Tabla 7: ANVA para la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña en el día 10

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
TIPO DE ENVASE (TE)	7,783	2	3,892	39,529	0,000
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO (TA)	23,705	2	11,852	120,392	0,000
TE * TA	0,025	4	0,006	0,063	0,992
Error	1,772	18	0,098		
Total corregida	33,285	26			

Como se observa en la tabla 7 que para los efectos principales tipo de envase (sin envase, BPBD y BPAD) y temperatura de almacenamiento (ambiente, 15 y 10°C) estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados; para el caso de la interacción no existe diferencia significativa.

Como existen diferencias altamente significativas en los efectos principales realizamos la prueba de comparación de medias de Tukey.

En la tabla 8 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey para el caso del tipo de envase.

Tabla 8: Prueba de Tukey para el tipo de envase en la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña en el día 10

TIPO DE ENVASE	Subconjunto		
	1	2	3
SIN ENVASE	94,0711		
BPBD		94,8267	
BPAD			95,3811
Sig.	1,000	1,000	1,000

En la tabla 8 se puede observar que para el tipo de envase bolsa de polietileno de alta densidad la retención de compuestos antociánicos de la papa nativa es mayor comparado con la bolsa de polietileno de baja densidad y sin envase.

Este se puede deber a que el polietileno de alta densidad tiene poca permeabilidad al vapor de agua por tanto los componentes responsables de la pigmentación del producto son menos degradables al mantenerse en estas condiciones.

Según Wiley (1997) refiere que el uso de bolsas de polietileno de alta densidad evita la migración de compuestos indeseables del envase al alimento, además en condiciones de almacenaje de temperaturas bajas los productos almacenados conservan en gran medida sus propiedades iniciales, evitándose así su deterioro.

Tabla 9: Prueba de Tukey para la temperatura en la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña en el día 10

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO (°C)	Subconjunto		
	1	2	3
Ambiente	93,6289		
15		94,7267	
10			95,9233
Sig.	1,000	1,000	1,000

En la tabla 9 se observa que en condiciones de almacenaje a temperatura de 10°C la retención de compuestos antociánicos es mayor, esto se puede deber a que a estas temperaturas los componentes responsables de la pigmentación de la papa se conservan mejor que a las otras temperaturas.

Laleh et al., (2006) precisa que las temperaturas de refrigeración y ausencia de luz en almacenamiento de productos pigmentados las antocianinas son más estables. Esto se pudo corroborar con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

En la figura 18 se muestra los promedios de la retención de antocianinas según el tipo de envase y temperatura de almacenamiento.

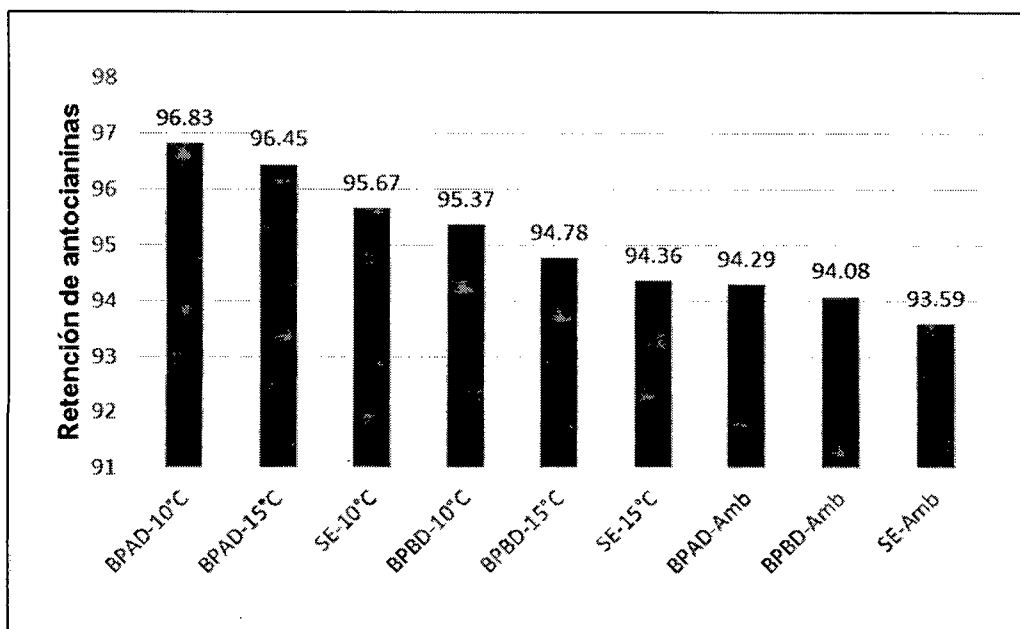


Figura 18: Promedios de retención de antocianinas según tipo de envase y temperatura de almacenaje

Observando la figura 18, notamos que los tratamientos, donde se presentan mayor retención de antocianinas, al día 10, fue cuando la papa nativa variedad yana chapiña se envasó con bolsa de polietileno de alta densidad y almacenada a 10° C y 15°C, con un 96,83% y 96,45% respectivamente. Por último la que menos conservación de antocianinas fue la papa nativa que no fue empacada y almacenada a temperatura ambiente, 93,59%.

Existen relaciones complejas entre el producto alimentario, el material de envasado y el medio ambiente, estrechamente relacionados entre sí, que se producen simultáneamente y de las cuales va a depender la pérdida del valor nutricional del producto. Según Fennema (2000), refiere que para prolongar la conservación a

estado fresco de alimentos, se recurre a la refrigeración y a las atmosferas llamadas modificadas. Existe un efecto sinérgico entre el tipo de empaque y temperatura de almacenamiento sobre la estabilidad de antocianinas de una fruta u hortaliza, el primero por efecto de presencia de oxígeno y el segundo por efecto de temperatura, ambos casos son factores que degradan las antocianinas.

Generalmente, las antocianinas son más estables bajo condiciones ácidas, pero pueden degradarse por varios mecanismos posibles para formar primero productos incoloros, después productos oscuros e insolubles. Numerosas investigaciones han mostrado que la degradación y polimerización de antocianinas son influenciadas por el oxígeno, ácido ascórbico, luz, pH y temperatura donde la degradación de la antocianina sigue una cinética de primer orden (Bakker *et al.* 1986).

Gross (1987) precisa que las antocianinas en forma general son más estables en medios ácidos y en ausencia de oxígeno bajo refrigeración y en oscuridad.

#### **4.3 PARÁMETROS ÓPTIMOS PARA LA ESTABILIDAD DE ANTOCIANINAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA**

En base a los resultados anteriores, que nos muestran cómo influye el tipo de envase y temperatura de almacenamiento en la estabilidad de antocianinas, se determinó las condiciones en que la estabilidad de

antocianinas sea máxima durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña.

La determinación de estas condiciones se hizo de forma empírica, interactuando tres tipos de envase con tres temperaturas de almacenamiento; teniendo como resultado nueve tratamientos, los cuales cada 2 días se cuantificó la concentración de antocianinas, cada tratamiento independientemente uno del otro; estas determinaciones analíticas se realizaron hasta el último día de almacenamiento (día 10).

Teniendo como resultado, los parámetros óptimos, para la mayor estabilidad de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña, las cuales fueron: tipo de envase, bolsa de polietileno de alta densidad y temperatura de almacenamiento, 10° C y a 15°C.

#### **4.4 EVALUACIÓN DE PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA DURANTE EL ALMACENAMIENTO**

Una vez determinada los parámetros óptimos donde existe mayor estabilidad de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña, se analizaron y se comparó con el testigo. Las evaluaciones realizadas fueron: Retención de antocianinas, sólidos solubles, pH, humedad y pérdida de peso durante el almacenamiento de papa nativa.

#### 4.4.1 Evaluación de la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña

En la tabla 10 se presenta la evaluación de la retención de antocianinas durante los 10 días de almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña.

Tabla 10: Evaluación de la retención de antocianinas durante los 10 días de almacenaje de papa nativa (En porcentaje)

<b>DIAS</b>	<b>TESTIGO (%)</b>	<b>BPAD – 10°C (%)</b>	<b>BPAD – 15°C (%)</b>
<b>0</b>	100	100	100
<b>2</b>	98,67	98,66	98,65
<b>4</b>	97,14	98,44	98,06
<b>6</b>	95,47	98,13	96,41
<b>8</b>	95,05	97,82	95,83
<b>10</b>	94,29	96,83	95,37

BPAD: Bolsa de polietileno de alta densidad

En la figura 19 se muestra la evaluación de la retención de antocianinas de papa nativa en los parámetros óptimos almacenados a temperaturas de 10°C y 15°C envasadas en bolsa de polietileno de alta densidad comparada con el testigo.

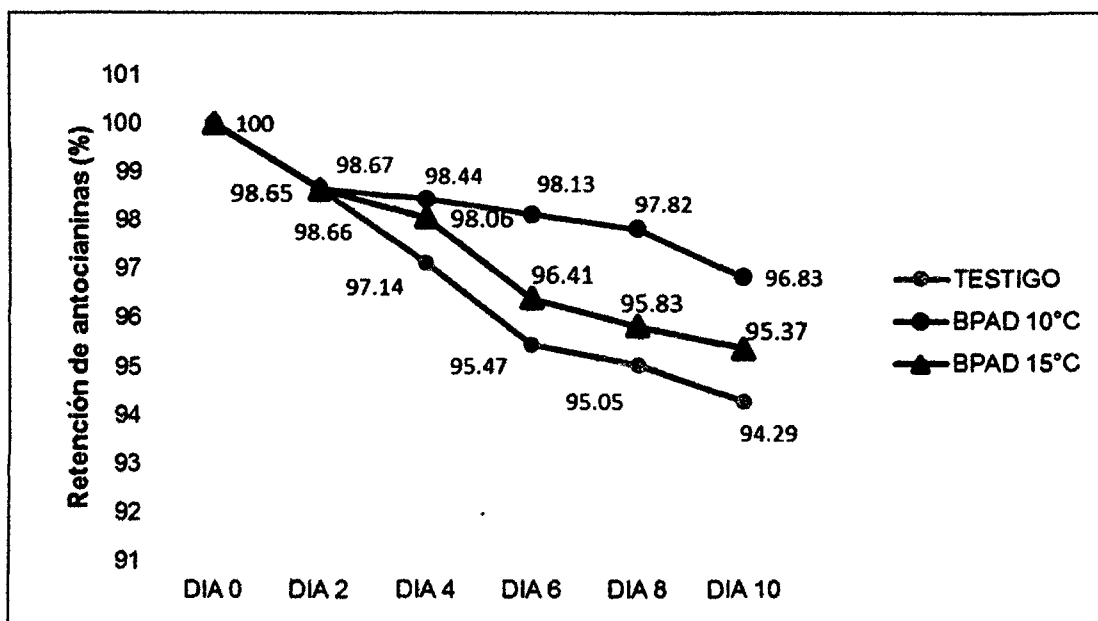


Figura 19: Evaluación de la retención de antocianinas de la papa nativa de los parámetros óptimos comparado con el testigo

El polietileno tiene una permeabilidad elevada al oxígeno (Botteselle, 2007). Según Cerón, (2008), concluye en su trabajo de investigación que el oxígeno tiene un efecto negativo en la estabilidad de antocianinas, esto es debido a que la presencia del oxígeno molecular hace muy susceptible a la molécula de antocianina.

Incrementos de temperatura resultan en pérdida del azúcar glicosilante en la posición 3 de la molécula y apertura de anillo con la consecuente producción de chalconas incoloras (Saldaña, 2008).

En la figura 19 se observa que la evaluación de retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña, al



comparar con el testigo con una envasada en bolsa de polietileno de alta densidad y almacenada a 10° C y 15°C, durante 10 días, se observa que la variación es mayor en el control, con casi 6,8% y 6,2% respectivamente.

#### **4.4.2 Evaluación de los sólidos solubles durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña**

En la tabla 11 se presenta la evaluación de los sólidos solubles (°Brix) durante los 10 días de almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña, para el testigo y los parámetros óptimos: papa nativa empacada en bolsas de polietileno de alta densidad y almacenada a 10°C y 15°C.

Tabla 11: Evaluación de los sólidos solubles (°Brix) durante los 10 días de almacenaje de papa nativa

<b>DIAS</b>	<b>TESTIGO (°Brix)</b>	<b>BPAD – 10°C (°Brix)</b>	<b>BPAD – 15°C (°Brix)</b>
<b>0</b>	6,08	6,08	6,08
<b>2</b>	6,17	6,24	6,28
<b>4</b>	6,27	6,30	6,35
<b>6</b>	6,50	6,27	6,41
<b>8</b>	6,90	6,60	6,77
<b>10</b>	6,93	6,73	6,89

BPAD: Bolsa de polietileno de alta densidad

En la figura 20 se muestra la evaluación de la variación de sólidos solubles de papa nativa de los parámetros óptimos almacenados a temperaturas de 10°C y 15°C empacadas en bolsa de polietileno de alta densidad comparada con el testigo

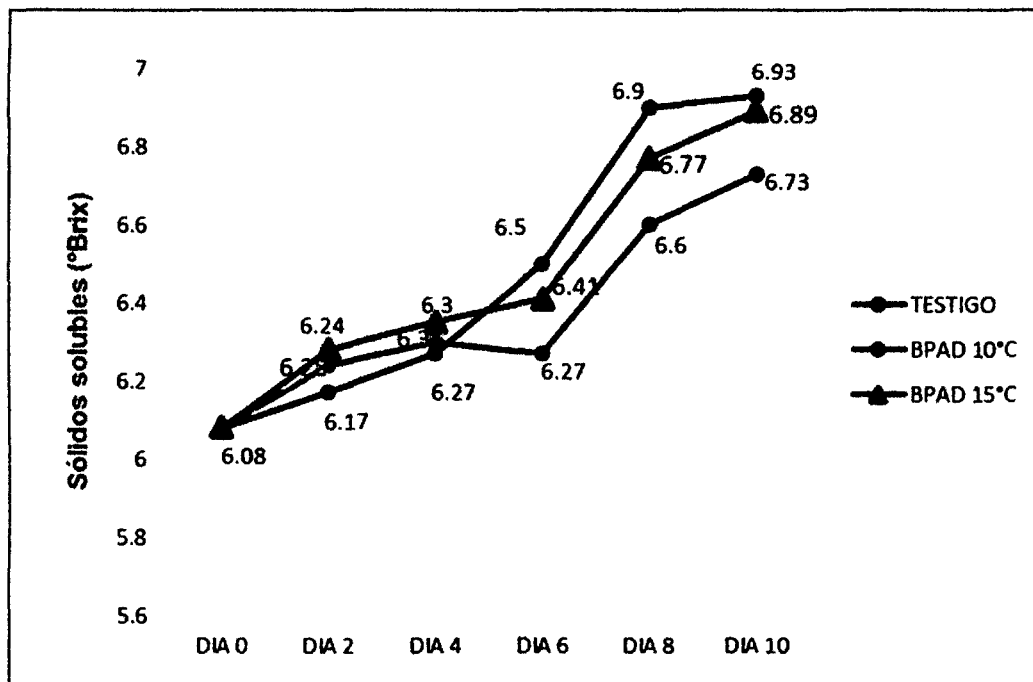


Figura 20: Evaluación de los sólidos solubles (°Brix) de la papa nativa de los parámetros óptimos comparado con el testigo

Según Hernández et al., (2009), refiere que la concentración en sólidos solubles de los vegetales se expresa en grados brix (°Brix). Las papas nativas, variedad yana chapiña después de la cosecha la proporción de azúcares no reductores a reductores aumenta en forma considerable.

Los azúcares, ya sea libres o combinados con otros constituyentes son muy importantes para alcanzar un sabor agradable del producto, mediante un equilibrio en la proporción ácido-azúcar, color atractivo (derivado de las

antocianinas) y una textura saludable, si están combinados apropiadamente con polisacáridos estructurales (Cerón, 2008)

En la tabla 11, se puede observar que la variación de sólidos solubles (°Brix) durante el almacenamiento de papa nativa, fue diferente para la envasada en bolsa de polietileno de alta densidad a 10°C y 15°C comparada con el testigo, ya que en esta última la variación fue mayor, 0,85° Brix; mientras que en a 10°C fue de 0,65° Brix y a 15°C fue de 0,71°Brix.

De la figura 19 y 20, se puede deducir que la variación de sólidos solubles (°Brix) aumenta mientras que la retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa, va disminuyendo. Por lo tanto la variación de sólidos solubles (°Brix) es inversamente proporcional a la retención de antocianinas.

#### **4.4.3 Evaluación del pH durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña**

En la tabla 12 se presenta la evaluación del pH durante los 10 días de almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña.

En la figura 21 se muestra la evaluación de la variación del pH de papa nativa de los parámetros óptimos almacenados a temperatura de 10°C y 15°C envasada en bolsa de polietileno de alta densidad comparada con el testigo

Tabla 12: Evaluación del pH durante los 10 días de almacenaje de papa nativa

DIAS	TESTIGO	BPAD – 10°C	BPAD – 15°C
0	5,98	5,98	5,98
2	6,02	6,01	6,01
4	6,15	6,04	6,12
6	6,45	6,10	6,29
8	6,68	6,24	6,35
10	6,78	6,46	6,63

BPAD: Bolsa de polietileno de alta densidad

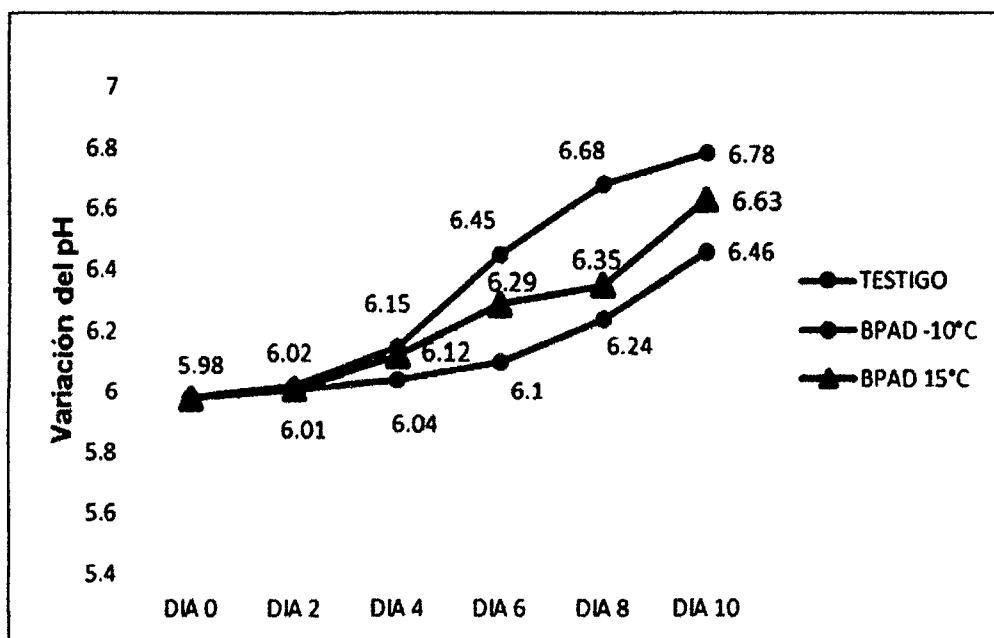


Figura 21: Evaluación de la variación del pH de la papa nativa del parámetro óptimo comparado con el testigo

Fennema (2000) refiere que uno de los principales cambios que se producen en los alimentos refrigerados durante el almacenamiento es la degradación de los pigmentos; en los vegetales. Los cambios de pH provocan variación en el color de las antocianinas, esto relacionado por lo que a pHs menores de 2, la antocianina existe en su mayoría en la forma de catión flavilio (C-3=O-azúcar). Conforme el pH incrementa ocurre una pérdida de protón obteniendo la forma quinoidal. Así mismo puede ocurrir otra reacción, la hidratación, para obtener la forma incolora de carbinol o pseudobase. Ésta última puede equilibrarse hacia la forma abierta de chalcona, la cual también es incolora.

La evaluación de la variación del pH durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapíña, presentó una tendencia a aumentar a lo largo de todo el almacenaje; tanto para la papa nativa empacada en bolsa de polietileno de alta densidad a 10° C y 15°C, así como el testigo; se puede observar en la tabla 12, un mayor valor del pH en el testigo que va de 5,98 a 6,78 y a comparación de la almacenada a 10°C y 15°C, que se encuentran en intervalos de 5,98 a 6,46, y de 5,98 a 6,63 respectivamente.

Si relacionamos estos resultados, figura 19 y 21, notamos como el aumento del pH tiene efecto en la estabilidad de antocianinas. Por lo tanto la variación del pH es inversamente proporcional a la retención de antocianinas.

#### 4.4.4 Evaluación de la humedad durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña

En la tabla 13 se presenta la evaluación de la humedad durante los 10 días de almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña.

Tabla 13: Evaluación de la humedad durante los 10 días de almacenaje de papa nativa (En porcentaje)

<b>DIAS</b>	<b>TESTIGO (%)</b>	<b>BPAD – 10°C (%)</b>	<b>BPAD – 15°C (%)</b>
<b>0</b>	79,93	79,93	79,93
<b>2</b>	76,48	79,51	78,13
<b>4</b>	74,23	78,24	76,34
<b>6</b>	73,60	78,10	75,75
<b>8</b>	72,50	77,57	74,81
<b>10</b>	71,37	76,19	73,89

BPAD: Bolsa de polietileno de alta densidad

En la figura 22 se muestra la evaluación de la variación de humedad de papa nativa en los parámetros óptimos almacenados a temperatura de 10°C y 15°C empacada en bolsa de polietileno de alta densidad comparada con el testigo

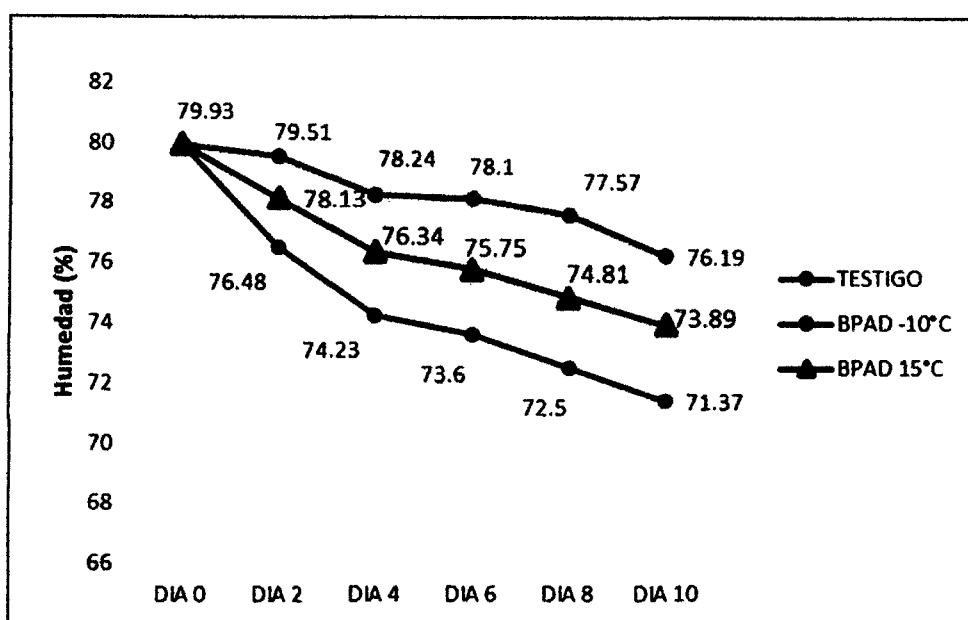


Figura 22: Evaluación de la variación de humedad de papa nativa del parámetro óptimo comparado con el testigo

Según Botteselle (2007), precisó que los envases además de la protección normal contra el polvo y los microorganismos, la característica buscada actualmente es la de que el material actúe como barrera frente a la humedad, el oxígeno, el anhídrido carbónico y el nitrógeno. Esta barrera debe ser, según los casos, flexible para permitir la fabricación de saquitos y bolsitas. Como por ejemplo, el polietileno de alta densidad, el polipropileno y el PVC (Policloruro de vinilo) rígido son excelentes barreras frente a la humedad.

Según Yahia e Higuera (1992) refieren que las prioridades de los empaques es proteger contra los daños mecánicos a los productos, deben disipar los

subproductos de la respiración, particularmente el CO<sub>2</sub> y el calor, sirven como barrera contra la humedad, pérdida de turgencia por pérdida de agua, el tamaño del empaque debe ser tal que se adecue al tipo de producto y el empaque puede aumentar la calidad, la utilidad y otros atributos del producto.

La evaluación de la variación de la humedad (%) durante el almacenamiento de papa nativa, presentó una tendencia a disminuir a lo largo de todo el almacenaje, se puede observar en la figura 22, que la papa nativa empacada en bolsa de polietileno de alta densidad y almacenada a 10° C y 15°C, perdió 4,67% y 6,72% de humedad respectivamente, mientras que en el testigo pierde más del 10%. Por lo tanto la variación de humedad (%) es directamente proporcional a la retención de antocianinas.

#### **4.4.5 Evaluación de la pérdida de peso durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña**

En la tabla 14 se presenta la evaluación de la pérdida de peso durante los 10 días de almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña.



Tabla 14: Evaluación de la pérdida de peso durante los 10 días de almacenaje de papa nativa (En porcentaje)

DIAS	TESTIGO (%)	BPAD – 10°C (%)	BPAD – 15°C (%)
0	100	100	100
2	96,05	98,92	97,46
4	95,30	98,74	96,62
6	94,39	98,53	95,81
8	93,90	98,20	94,75
10	92,97	98,04	94,28

BPAD: Bolsa de polietileno de alta densidad

En la figura 23 se muestra la evaluación de la pérdida de peso de la papa nativa de los parámetros óptimos almacenados a 10°C y 15°C empacadas en bolsa de polietileno de alta densidad comparadas con el testigo

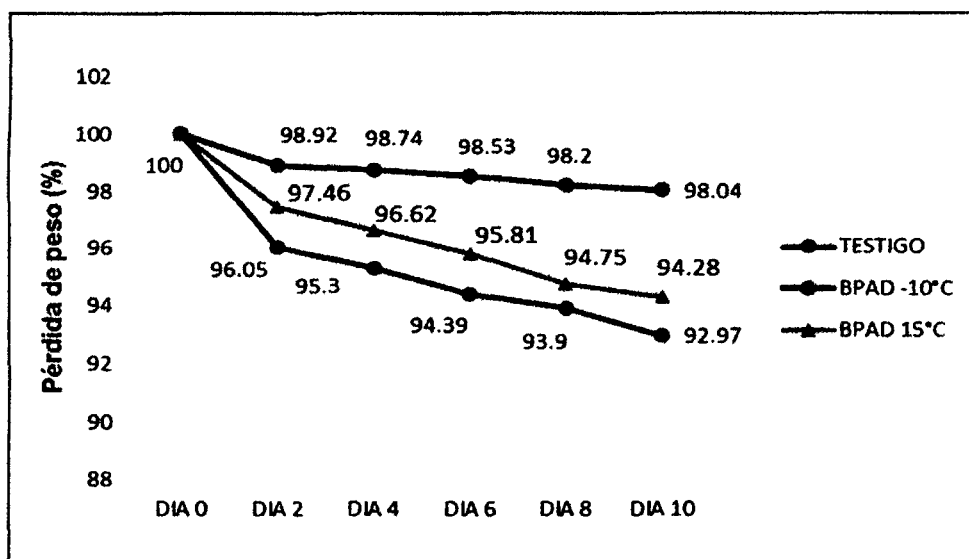


Figura 23: Evaluación de la pérdida de peso de la papa nativa de los parámetros óptimos comparados con el testigo

Kader et al., (1999) refiere que la variación del peso de un producto se debe a la pérdida de agua al ambiente como vapor, moviéndose desde los espacios intercelulares existentes en el parénquima hacia la atmósfera exterior, la liberación puede darse a través de las lenticelas, las estomas o la cutícula. La pérdida de peso se puede disminuir considerablemente si se empacan los alimentos a almacenar, porque el aire interior de los paquetes llega casi a saturarse con vapor de agua.

Según Wiley (1997) precisa que el enfriamiento rápido evita pérdida de peso y marchitez en productos vegetales. Además refiere que si los productos son envasados en películas poliméricas estas protegen mejor de la pérdida de peso y agua.

La evaluación de la pérdida de peso (%), figura 23, durante el almacenamiento de papa nativa, variedad yana chapiña, presentó una tendencia a disminuir a lo largo de todo el periodo, tanto así que la papa nativa empacada en bolsa de polietileno de alta densidad y almacenada a 10° C y 15°C, perdió entre 2% y 3% en función a su peso inicial, en comparación al testigo que pierde un poco más del 6%. Por lo tanto la pérdida de peso (%) es directamente proporcional a la retención de antocianinas.

Todas las evaluaciones fisicoquímicas realizadas corroboran la interacción que existe en la retención de compuestos antociánicos, ya que estos compuestos son más estables cuanto más óptimos son las variables fisicoquímicas estudiadas.

## V. CONCLUSIONES

- 5.1 Las características fisicoquímicas de la papa nativa, variedad yana chapiña fueron: sólidos solubles (°Brix):  $6,07 \pm 0,20$ , pH:  $6,37 \pm 0,14$ , acidez titulable (% ácido málico):  $0,39 \pm 0,025$ , humedad (%):  $79,77 \pm 1,40$ , cenizas (%):  $0,96 \pm 0,089$  y antocianinas (mg/100g):  $13,44 \pm 0,21$ .
- 5.2 Para una mayor estabilidad de antocianinas de papa nativa, variedad yana chapiña, se deben envasar en bolsa de polietileno de alta densidad (BPAD) y almacenadas a temperatura de  $10^{\circ}$  C. Debido a que en esas condiciones obtuvo 96,83% de retención de antocianinas durante el almacenamiento de papa nativa.
- 5.3 La papa nativa, variedad yana chapiña después del día 10 de almacenaje y procesado en las condiciones óptimas presentó las siguientes características fisicoquímicas; pH: 6.46, sólidos solubles (°Brix): 6,73, humedad: 76,19% y antocianinas (mg/100g): 13,06.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1 Realizar estudios de investigación en retención de antocianinas en lechuga morada, en moras y otros productos que presentan color morado.
- 6.2 Realizar Investigaciones con parámetros óptimos para otros tipos de presentaciones de alimentos funcionales sometidos a nuevos formulaciones.
- 6.3 Realizar estudios experimentales en estabilidad de compuestos coloreados de productos vegetales utilizando otros tipos de empaques

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 7.1. AGUILAR, E. 2002. Inducción de la copolimerización de antocianinas monoméricas de fresa (*Fragaria ananassa*) en sistemas modelo. Universidad de las Américas, Puebla.
- 7.2. BAKKER J, PRESTON NW y TIMBERLAKE CF. 1986. The determination of anthocyanins in red wines: comparison of HPLC and spectral methods. Am. J. Enol. Vitic. 37(2): 121–126.
- 7.3. BOTTESELLE, D. 2007. Materiales Aislantes "El Polietileno". Universidad de Chile.
- 7.4. CÁATALA, R Y GAVARA, R. 2001. Nuevos envases. De la protección pasiva a la defensa activa de los alimentos envasados. Arbor CLXVIII
- 7.5. CHANDRA, A; FAIR, M Y LEZZONI, A. 1992. Evaluation and characterization of the anthocyanin pigments in tart cherries (*Prunus cerasus* L). J. Agric. Food Chem. 40: 867-898.
- 7.6. CERÓN, M. 2008. Extracción, caracterización y estabilidad de antocianinas y otros compuestos antioxidantes obtenidos a partir de zarzamora. Universidad de las Américas Puebla.
- 7.7. COLLAZOS, C et al. 1996. La composición de los alimentos de mayor consumo en el Perú. Lima. Perú.
- 7.8. CONTRERAS, A. 1993. Cosecha y almacenaje de papas. En: 5° Jornadas de Extensión Agrícola; Manejo Agronómico del cultivo de la papa y las perspectivas del mercado. Organizado por la Universidad Católica de Temuco.
- 7.9. CHARLEY, H. 1997. Tecnología De Los Alimentos, Limusa. México.

- 7.10. DAVID, H. 2000. Modern analytical Chemistry. New York. USA
- 7.11. DESROSIER, 1987. Elementos de tecnología de alimentos. Edit. Continental.
- 7.12. DEVI SP, SARAVANAKUMAR M y MOHANDAS S. 2012. The effects of temperatura and pH on stability of anthocyanins from red sorghum (*Sorghum bicolor*) bran. African Journal of Food Science, 6: 567-573.
- 7.13. DELGADO-VARGAS, F y PAREDES-LOPEZ, O. 2003. Chemicals and colorants as nutraceuticals. CRC Pres. Boca Raton. FI. USA.257-298.
- 7.14. FENNEMA, O. 2000. Química de los Alimentos. 2º Ed. Editorial Acribia S.A.
- 7.15. FERREIRA OZELA E, STRINGHETA C y CANO CHAUCA M. 2007. Stability of anthocyanin in spinach vine (*Basella rubra*) fruits. Ciencia e Investigación Agraria, 34: 115-120.
- 7.16. FLORES, A. 1994. Manejo pos cosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. Experiencia y recomendaciones. UNELLEZ. San Carlos. Venezuela.
- 7.17. GARZÓN, GA. 2008. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. Acta Biológica Colombiana, 13: 27–36.
- 7.18. GROSS J (1987) Pigments in fruits. Academic Press, London.
- 7.19. HERNÁNDEZ, E., RAVENTÓS, M., AULEDA, J. Y IBARZ, A. 2009. Concentration of apple and pear juices in a multi-plate freeze concentrator Innovative. Revista Food Science and Emerging Technologies 10:348-355.

- 7.20. HUAMÁN, Z. 1986. Botánica sistemática y morfológica de la papa. CIP. Bol. De Información Técnica.
- 7.21. KADER, A. et al. 1999. Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables. In: Critical reviews in food science and nutrition. Vol. 28, No. 1; p. 1-30.
- 7.22. LALEH GH, FRYDOONFAR H, HEIDARY R, JAMEEL R y ZARE S. 2006. The effect of light, temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigments in four berberis species. Pakistan Journal of Nutrition, 5: 90-92.
- 7.23. MARTINEZ, V. 1992. Determinación de selenio en suero por espectrofotometría de absorción atómica. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia. Madrid. España.
- 7.24. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2005. Plan estratégico de la cadena productiva de papa nativa en tambo la mar – Ayacucho. Ayacucho. Perú.
- 7.25. PALOMINO, R. 2004. Evaluación tecnológica del potencial industrial de papas nativas cultivadas en Andahuaylas. Tesis – EFPIIA. UNSCH – Ayacucho.
- 7.26. PANTASTICO, E.B. et al. 1979. Desordenes y enfermedades fisiológicas. Daño por frío. Cap 17: Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas tropicales y subtropicales. CESA. México.
- 7.27. SALAZAR, M., ZAMBRANO, J Y VALECILLOS, H. 2008. Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados

- de papa (*Solanum tuberosum* L.). Universidad de los Andes. Bolivia.
- 7.28. SALDAÑA, L. 2004. Efecto de la copigmentación sobre la expresión de color en sistemas modelo de ciruela (*Prunus domestica*). Escuela de Ciencias, Universidad de las Américas Puebla.
- 7.29. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, 1999. Programa de Investigación y Proyección Social en papa (PIPSPI de la UNALM. Lima –Perú.
- 7.30. TOCAGNI, Héctor. 2008. Producción de papas. Buenos Aires: Argentina.
8. WANG J Y MAZZA G. 2002. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor alpha in LPS/IFN-gamma-activated RAW 264.7 macrophages. J Agric Food Chem. 2002 Jul 17;50(15):4183-9.
- 8.1. WILEY R.C. 1997. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. pp. 15-60. Acribia. España.
- 8.2. YAHIA, E e HIGUERA, I. 1992. Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas. Edit. Limusa. México.

#### Páginas web

- [www.redepapa.org](http://www.redepapa.org), (Revisado el 12/12/2014)
- <http://www.agraria.uach.c/> (Revisado el 14/04/2015)
- <http://www.mvproduce.com/> (Revisado el 16/05/2015)
- [http:// www.cipotato.org](http://www.cipotato.org) (Revisado el 02/06/2015)



# ANEXOS

## ANEXO 1

**EVALUACIÓN DE ANTOCIANINAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE  
PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA**

**DÍA 0**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
Sin envase	Ambiente	0.993	0.0685	0.413	0.0674	0.5789	13.84
		0.985	0.0701	0.402	0.0687	0.5816	13.91
		0.997	0.0695	0.416	0.0692	0.5807	13.88

**13,87**

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
Sin envase	15° C	0.993	0.0685	0.413	0.0674	0.5789	13.84
		0.985	0.0701	0.402	0.0687	0.5816	13.91
		0.997	0.0695	0.416	0.0692	0.5807	13.88

**13,87**

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
Sin envase	10° C	0.993	0.0685	0.413	0.0674	0.5789	13.84
		0.985	0.0701	0.402	0.0687	0.5816	13.91
		0.997	0.0695	0.416	0.0692	0.5807	13.88

**13,87**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPBD	Ambiente	0.993	0.0685	0.413	0.0674	0.5789	13.84
		0.985	0.0701	0.402	0.0687	0.5816	13.91
		0.997	0.0695	0.416	0.0692	0.5807	13.88

**13,87**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPBD	15° C	0.993	0.0685	0.413	0.0674	0.5789	13.84
		0.985	0.0701	0.402	0.0687	0.5816	13.91
		0.997	0.0695	0.416	0.0692	0.5807	13.88

**13,87**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPBD	10°C	0.993	0.0685	0.413	0.0674	0.5789	13.84
		0.985	0.0701	0.402	0.0687	0.5816	13.91
		0.997	0.0695	0.416	0.0692	0.5807	13.88

|

13,87

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	Ambiente	0.993	0.0685	0.413	0.0674	0.5789	13.84
		0.985	0.0701	0.402	0.0687	0.5816	13.91
		0.997	0.0695	0.416	0.0692	0.5807	13.88

13,87

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	15°C	0.993	0.0685	0.413	0.0674	0.5789	13.84
		0.985	0.0701	0.402	0.0687	0.5816	13.91
		0.997	0.0695	0.416	0.0692	0.5807	13.88

13,87

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	10°C	0.993	0.0685	0.413	0.0674	0.5789	13.84
		0.985	0.0701	0.402	0.0687	0.5816	13.91
		0.997	0.0695	0.416	0.0692	0.5807	13.88

13,87

**DÍA 2**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	Ambiente	0.943	0.0676	0.402	0.0681	0.5415	12.95
		0.932	0.0692	0.393	0.0679	0.5377	12.86
		0.951	0.0678	0.411	0.0685	0.5407	12.93

**12,91**

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	15° C	0.949	0.0675	0.404	0.0683	0.5458	13.05
		0.937	0.0687	0.397	0.0676	0.5389	12.89
		0.956	0.0667	0.418	0.0698	0.5411	12.94

**12,96**

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	10° C	0.956	0.0679	0.409	0.0697	0.5488	13.12
		0.949	0.0689	0.403	0.0687	0.5458	13.05
		0.958	0.0664	0.418	0.0699	0.5435	13.00

**13,06**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPBD	Ambiente	0.951	0.0679	0.409	0.0696	0.5437	13.00
		0.948	0.069	0.401	0.0688	0.5468	13.07
		0.959	0.0664	0.419	0.0695	0.5431	12.99

**13,02**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPBD	15° C	0.956	0.0679	0.409	0.0697	0.5488	13.12
		0.952	0.0689	0.403	0.0689	0.549	13.13
		0.959	0.0664	0.416	0.0701	0.5467	13.07

**13,11**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPBD	10°C	0.961	0.0696	0.412	0.0699	0.5493	13.13
		0.958	0.0689	0.403	0.0687	0.5548	13.27
		0.952	0.0664	0.411	0.0699	0.5445	13.02

13,16

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	Ambiente	0.961	0.0685	0.411	0.0697	0.5512	13.18
		0.952	0.0689	0.403	0.0687	0.5488	13.12
		0.967	0.0664	0.418	0.0699	0.5525	13.21

13,17

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	15°C	0.964	0.0679	0.414	0.0697	0.5518	13.19
		0.979	0.0689	0.423	0.0687	0.5558	13.29
		0.963	0.0664	0.418	0.0699	0.5485	13.11

13,20

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	10°C	0.962	0.0679	0.409	0.0697	0.5548	13.27
		0.957	0.0689	0.403	0.0687	0.5538	13.24
		0.961	0.0664	0.411	0.0699	0.5535	13.23

13,25

## DÍA 4

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
Sin envase	Ambiente	0.94	0.0676	0.402	0.0681	0.5385	12.88
		0.931	0.0692	0.394	0.0679	0.5357	12.81
		0.949	0.0678	0.412	0.0687	0.5379	12.86

**12,85**

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
Sin envase	15° C	0.946	0.0675	0.404	0.0683	0.5428	12.98
		0.934	0.0687	0.397	0.0676	0.5359	12.81
		0.955	0.0667	0.418	0.0698	0.5401	12.91

**12,90**

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
Sin envase	10° C	0.952	0.0679	0.409	0.0696	0.5447	13.02
		0.945	0.0688	0.403	0.0687	0.5419	12.96
		0.957	0.0664	0.419	0.0698	0.5414	12.94

**12,98**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPBD	Ambiente	0.951	0.0679	0.409	0.0696	0.5437	13.00
		0.947	0.069	0.401	0.0688	0.5458	13.05
		0.958	0.0664	0.419	0.0695	0.5421	12.96

**13,00**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPBD	15° C	0.955	0.0679	0.409	0.0696	0.5477	13.10
		0.951	0.0689	0.403	0.0688	0.5479	13.10
		0.958	0.0664	0.416	0.0701	0.5457	13.05

**13,08**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPBD	10°C	0.959	0.0696	0.412	0.0699	0.5473	13.09
		0.956	0.0689	0.403	0.0687	0.5528	13.22
		0.951	0.0664	0.412	0.0699	0.5425	12.97

13,09

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPAD	Ambiente	0.958	0.0685	0.411	0.0697	0.5482	13.11
		0.95	0.0688	0.403	0.068	0.5462	13.06
		0.966	0.0663	0.417	0.0697	0.5524	13.21

13,12

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPAD	15°C	0.961	0.0679	0.411	0.0697	0.5518	13.19
		0.975	0.0676	0.429	0.0688	0.5472	13.08
		0.962	0.0664	0.416	0.0699	0.5495	13.14

13,14

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPAD	10°C	0.962	0.0679	0.409	0.0697	0.5548	13.27
		0.954	0.0689	0.402	0.0682	0.5513	13.18
		0.959	0.0664	0.411	0.0699	0.5515	13.19

13,21



**DÍA 6**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	Ambiente	0.941	0.0676	0.402	0.0681	0.5395	12.90
		0.929	0.0692	0.392	0.0679	0.5357	12.81
		0.944	0.0678	0.411	0.0687	0.5339	12.77

**12,82**

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520 nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	15° C	0.944	0.0675	0.404	0.0683	0.5408	12.93
		0.933	0.0687	0.398	0.0679	0.5342	12.77
		0.953	0.0667	0.418	0.0698	0.5381	12.87

**12,86**

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520 nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	10° C	0.948	0.0679	0.409	0.0696	0.5407	12.93
		0.942	0.0688	0.403	0.0687	0.5389	12.89
		0.956	0.0664	0.419	0.0698	0.5404	12.92

**12,91**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPBD	Ambiente	0.949	0.0679	0.409	0.0696	0.5417	12.95
		0.945	0.069	0.401	0.0688	0.5438	13.00
		0.956	0.0664	0.419	0.0695	0.5401	12.91

**12,96**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPBD	15° C	0.954	0.0679	0.409	0.0696	0.5467	13.07
		0.95	0.0689	0.403	0.0688	0.5469	13.08
		0.954	0.0664	0.416	0.0701	0.5417	12.95

**13,03**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPBD	10°C	0.958	0.0696	0.412	0.0699	0.5463	13.06
		0.955	0.0689	0.403	0.0687	0.5518	13.19
		0.95	0.0664	0.412	0.0699	0.5415	12.95

13,07

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	Ambiente	0.956	0.0685	0.411	0.0697	0.5462	13.06
		0.952	0.0688	0.403	0.068	0.5482	13.11
		0.961	0.0663	0.417	0.0697	0.5474	13.09

13,09

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	15°C	0.96	0.0679	0.411	0.0697	0.5508	13.17
		0.973	0.0676	0.429	0.0688	0.5452	13.04
		0.963	0.0664	0.416	0.0699	0.5505	13.16

13,12

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	10°C	0.961	0.0679	0.409	0.0697	0.5538	13.24
		0.951	0.0689	0.402	0.0682	0.5483	13.11
		0.957	0.0664	0.411	0.0699	0.5495	13.14

13,16

DÍA 8

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	Ambiente	0.938	0.0676	0.402	0.0681	0.5365	12.83
		0.927	0.0692	0.392	0.0679	0.5337	12.76
		0.941	0.0678	0.411	0.0687	0.5309	12.69

12,76

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	15° C	0.941	0.0677	0.404	0.0683	0.5376	12.85
		0.93	0.0687	0.396	0.0679	0.5332	12.75
		0.952	0.0669	0.418	0.0698	0.5369	12.84

12,81

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	10° C	0.946	0.0679	0.409	0.0696	0.5387	12.88
		0.94	0.0688	0.403	0.0687	0.5369	12.84
		0.953	0.0664	0.419	0.0698	0.5374	12.85

12,86

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPBD	Ambiente	0.947	0.0679	0.409	0.0696	0.5397	12.90
		0.945	0.069	0.401	0.0688	0.5438	13.00
		0.956	0.0664	0.419	0.0695	0.5401	12.91

12,94

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPBD	15° C	0.952	0.0679	0.409	0.0696	0.5447	13.02
		0.948	0.0689	0.403	0.0688	0.5449	13.03
		0.952	0.0664	0.416	0.0701	0.5397	12.90

12,99

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPBD	10°C	0.956	0.0696	0.412	0.0699	0.5443	13.01
		0.954	0.0689	0.403	0.0687	0.5508	13.17
		0.95	0.0664	0.412	0.0699	0.5415	12.95

13,04

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	Ambiente	0.951	0.0685	0.411	0.0697	0.5412	12.94
		0.948	0.0688	0.403	0.068	0.5442	13.01
		0.962	0.0663	0.417	0.0697	0.5484	13.11

13,02

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	15°C	0.959	0.0679	0.411	0.0697	0.5498	13.15
		0.972	0.0676	0.429	0.0688	0.5442	13.01
		0.96	0.0664	0.416	0.0699	0.5475	13.09

13,08

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	10°C	0.96	0.0679	0.409	0.0697	0.5528	13.22
		0.949	0.0689	0.402	0.0682	0.5463	13.06
		0.955	0.0664	0.411	0.0699	0.5475	13.09

13,12

**DÍA 10**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	Ambiente	0.936	0.0676	0.401	0.0681	0.5355	12.80
		0.923	0.0692	0.393	0.0679	0.5287	12.64
		0.937	0.0678	0.411	0.0687	0.5269	12.60

**12,68**

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	15° C	0.939	0.0677	0.404	0.0683	0.5356	12.81
		0.926	0.0687	0.396	0.0679	0.5292	12.65
		0.951	0.0669	0.418	0.0698	0.5359	12.81

**12,76**

Tipo de Empaque	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
Sin envase	10° C	0.944	0.0679	0.409	0.0696	0.5367	12.83
		0.937	0.0688	0.403	0.0687	0.5339	12.77
		0.951	0.0664	0.419	0.0698	0.5354	12.80

**12,80**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPBD	Ambiente	0.945	0.0679	0.407	0.0696	0.5397	12.90
		0.943	0.069	0.401	0.0685	0.5415	12.95
		0.954	0.0664	0.419	0.0695	0.5381	12.87

**12,91**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$	$\lambda_{520nm}$	$\lambda_{700nm}$		
BPBD	15° C	0.95	0.0679	0.409	0.0696	0.5427	12.98
		0.945	0.0689	0.403	0.0688	0.5419	12.96
		0.951	0.0664	0.416	0.0702	0.5388	12.88

**12,94**

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPBD	10°C	0.955	0.0696	0.412	0.0699	0.5433	12.99
		0.954	0.0689	0.403	0.0687	0.5508	13.17
		0.942	0.0664	0.412	0.0699	0.5335	12.76

12,97

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	Ambiente	0.95	0.0685	0.411	0.0697	0.5402	12.92
		0.945	0.0688	0.403	0.068	0.5412	12.94
		0.962	0.0663	0.417	0.0697	0.5484	13.11

12,99

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	15°C	0.955	0.0679	0.411	0.0697	0.5458	13.05
		0.97	0.0676	0.429	0.0688	0.5422	12.96
		0.959	0.0664	0.416	0.0699	0.5465	13.07

13,03

Tipo de envase	T. A.	pH 1.0		pH 4.5		A	[mg/100g]
		$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$	$\lambda_{520\text{nm}}$	$\lambda_{700\text{nm}}$		
BPAD	10°C	0.958	0.0679	0.409	0.0697	0.5508	13.17
		0.947	0.0689	0.402	0.0682	0.5443	13.01
		0.951	0.0664	0.411	0.0699	0.5435	13.00

13,06

## ANEXO 2

### CARACTERÍSTICAS FÍSICA DE LA PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA

MUESTRA	DIÁMETRO ECUATORIAL (cm)	DIÁMETRO POLAR (cm)	PESO (g)
1	4.06	2.72	32.49
2	3.86	3.41	47.44
3	3.58	2.94	41.62
4	4.14	3.17	38.16
5	3.58	3.16	37.29
6	4.27	3.25	43.21
7	3.66	3.45	42.12
8	3.79	3.22	39.54
9	3.91	3.31	40.23
10	4.12	3.09	44.21

### CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA PAPA NATIVA, VARIEDAD YANA CHAPIÑA

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	Análisi			Promedio	Desviación Estándar
	1	2	3		
pH	6.51	6.23	6.36	6.37	0.14
Sólidos Solubles (°Brix)	6	6.3	5.9	6.07	0,20
Acidez Titulable (%Ácido málico)	0.39	0.41	0.36	0.39	0,025
Humedad (%)	78.32	79.86	81.12	79.77	1,40
Ceniza (%)	0.89	0.95	1.07	0.97	0,096
Antocianinas (mg/100g)	13,53	13,39	13,41	13,44	0,21

## ANEXO 3

### MÉTODO DE EVALUACIÓN DE ANTOCIANINAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE PAPA NATIVA TOTAL MONOMERIC ANTHOCYANIN BY THE pH-DIFFERENTIAL METHOD (AOAC 2005-02 37.1.68)

Anthocyanin pigments undergo reversible structural transformations with a change in pH manifested by strikingly different absorbance spectra. The colored oxonium form predominates at pH 1.0 and the colorless hemiketal form at pH 4.5. The pH-differential method is based on this reaction, and permits accurate and rapid measurement of the total anthocyanins, even in the presence of polymerized degraded pigments and other interfering compounds.

#### **Materials**

0.025 M potassium chloride buffer, pH 1.0

0.4 M sodium acetate buffer, pH 4.5

1. Turn on the spectrophotometer. Allow the instrument to warm up at least 30 min before taking measurements.
2. Determine the appropriate dilution factor for the sample by diluting with potassium chloride buffer, pH 1.0, until the absorbance of the sample at the  $I_{\text{vis-max}}$  is within the linear range of the spectrophotometer (i.e., for most spectrophotometers the absorbance should be less than 1.2). Divide the final volume of the sample by the initial volume to obtain the dilution factor (DF; for example see step 7).

*IMPORTANT NOTE: In order to not exceed the buffer's capacity, the sample should not exceed 20% of the total volume.*

3. Zero the spectrophotometer with distilled water at all wavelengths that will be used

( $I_{\text{vis-max}}$  and 700 nm).



*Many spectrophotometers will allow for a rapid baseline correction to zero by using baseline adjust.*

4. Prepare two dilutions of the sample, one with potassium chloride buffer, pH 1.0, and the other with sodium acetate buffer, pH 4.5, diluting each by the previously determined dilution factor (step 2). Let these dilutions equilibrate for 15 min.

5. Measure the absorbance of each dilution at the  $\lambda_{\text{vis-max}}$  and at 700 nm (to correct for haze), against a blank cell filled with distilled water.

*All measurements should be made between 15 min and 1 hr after sample preparation, since longer standing times tend to increase observed readings.*

*Absorbance readings are made against water blanks, even if the samples are in buffer or bisulfite solutions, as buffer or bisulfite absorbance is nil at the measured wavelengths. The authors have compared the values obtained by using water as a blank as compared with buffer or bisulfite as blanks in different systems and have found no difference in the final values obtained for monomeric and/or polymeric anthocyanin content; on the other hand, reading the diluted samples against the corresponding buffer and/or bisulfite solution is more time-consuming and extends the procedure unnecessarily.*

*The samples to be measured should be clear and contain no haze or sediments; however, some colloidal materials may be suspended in the sample, causing scattering of light and a cloudy appearance (haze). This scattering of light needs to be corrected for by reading at a wavelength where no absorbance of the sample occurs, i.e., 700 nm.*

6. Calculate the absorbance of the diluted sample (A) as follows:

$$A = (A_{\text{vis-max}} - A_{700})_{\text{pH } 1.0} - (A_{\text{vis-max}} - A_{700})_{\text{pH } 4.5}$$

7. Calculate the monomeric anthocyanin pigment concentration in the original sample using the following formula:

$$\text{Monomeric anthocyanin pigment (mg/liter)} = (A \cdot \text{MW} \cdot \text{DF} \cdot 1000) / (e \cdot 1)$$

where MW is the molecular weight, DF is the dilution factor (for example, if a

0.2 ml sample is diluted to 3 ml, DF = 15), and e is the molar absorptivity.

*IMPORTANT NOTE: The MW and e used in this formula correspond to the predominant anthocyanin in the sample. Use the e reported in the literature for the anthocyanin pigment in acidic aqueous solvent. If the e of the major pigment is not available, or if the sample composition is unknown, calculate pigment content as cyanidin-3-glucoside, where MW = 449.2 and e = 26,900 (see Background Information, discussion of Molar Absorptivity).*

## ANEXO 4

### EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE PAPA NATIVA DURANTE SU ALMACENAMIENTO – TESTIGO

**Día 0**

	Análisis			Promedio
	1	2	3	
<b>Retención de antocianinas (%)</b>	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6.15	6.10	6.0	6.08
<b>pH</b>	5.94	6.02	5.98	5.98
<b>Humedad (%)</b>	79.91	79.83	80.04	79,93
<b>Pérdida de peso (%)</b>	100.00	100.00	100.00	100.00

**Día 2**

	Análisis			Promedio
	1	2	3	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	98.60	98.60	98.80	98.67
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6.15	6.25	6.10	6.17
<b>pH</b>	6.05	5.90	6.10	6.02
<b>Humedad (%)</b>	76.56	76.48	76.39	76,48
<b>Pérdida de peso (%)</b>	96.04	95.98	96.14	96.05

**Día 4**

	Análisis			Promedio
	1	2	3	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	97.06	97.19	97.18	97.14
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6.25	6.35	6.20	6.27
<b>pH</b>	6.20	6.15	6.10	6.15
<b>Humedad (%)</b>	74.31	74.23	74.15	74,23
<b>Pérdida de peso (%)</b>	95.34	95.31	95.25	95.30

**Día 6**

	<b>Análisis</b>			<b>Promedio</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	95.59	95.45	95.38	95.47
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6.50	6.55	6.45	6.50
<b>pH</b>	6.55	6.30	6.50	6.45
<b>Humedad (%)</b>	73.03	73.85	73.91	73,60
<b>Pérdida de peso (%)</b>	94.40	94.30	94.46	94.39

**Día 8**

	<b>Análisis</b>			<b>Promedio</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	95.19	95.05	94.91	95.05
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	7.15	6.90	6.65	6.90
<b>pH</b>	6.70	6.69	6.65	6.68
<b>Humedad (%)</b>	72.71	72.44	72.36	72,50
<b>Pérdida de peso (%)</b>	93.85	93.95	93.89	93.90

**Día 10**

	<b>Análisis</b>			<b>Promedio</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	94.03	93.95	94.11	94.03
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6.90	6.85	7.05	6.93
<b>pH</b>	6.80	6.75	6.79	6.78
<b>Humedad (%)</b>	71.34	71.37	71.41	71.37
<b>Pérdida de peso (%)</b>	92.98	92.96	92.97	92.97

**EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA DE PAPA NATIVA DURANTE  
SU ALMACENAMIENTO – BPAD - 10°C**

**Día 0**

	<b>Análisis</b>			<b>Promedio</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6.15	6.10	6.0	6.08
<b>pH</b>	5.94	6.02	5.98	5.98
<b>Humedad (%)</b>	79.91	79.83	80.04	79,93
<b>Pérdida de peso (%)</b>	100.00	100.00	100.00	100.00

**Día 2**

	<b>Análisis</b>			<b>Promedio</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	98.70	98.60	98.69	98.66
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6.23	6.35	6.13	6.24
<b>pH</b>	6.00	5.98	6.04	6.01
<b>Humedad (%)</b>	79.56	79.48	79.53	79,51
<b>Pérdida de peso (%)</b>	98.91	98.94	98.90	98.92

**Día 4**

	<b>Análisis</b>			<b>Promedio</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	98.57	98.44	98.31	98.44
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6.30	6.20	6.40	6.30
<b>pH</b>	6.05	6.03	6.04	6.04
<b>Humedad (%)</b>	78.31	78.23	78.17	78,24
<b>Pérdida de peso (%)</b>	98.79	98.75	98.73	98.74

**Día 6**

	<b>Análisis</b>			<b>Promedio</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	98.15	98.09	98.14	98.13
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6.30	6.20	6.30	6.27
<b>pH</b>	6.20	6.10	6.00	6.10
<b>Humedad (%)</b>	78.03	78.15	78.11	78,10
<b>Pérdida de peso (%)</b>	98.60	98.48	98.52	98.53

**Día 8**

	<b>Análisis</b>			<b>Promedio</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	97.86	97.81	97.78	97.82
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6,50	6,60	6.70	6.60
<b>pH</b>	6.25	6.32	6.14	6.24
<b>Humedad (%)</b>	77.71	77.49	77.41	77,57
<b>Pérdida de peso (%)</b>	98.21	98.27	98.13	98.20

**Día 10**

	<b>Análisis</b>			<b>Promedio</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Conservación de antocianinas (%)</b>	96.56	96.92	97.02	96.83
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	6.70	6.80	6.70	6.73
<b>pH</b>	6.56	6.52	6.30	6.46
<b>Humedad (%)</b>	76.34	76.29	76.11	76.19
<b>Pérdida de peso (%)</b>	98.04	97.97	98.06	98.04

## ANEXO 5

### NORMA TÉCNICA PERUANA DE PAPA

---

NORMA TÉCNICA	NTP 011.119
PERUANA	2010

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias -  
INDECOPI

Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

---

## PAPA Y DERIVADOS. Papa. Definiciones y requisitos

POTATO AND DERIVATED. Potato. Definitions and requirements

**2010-05-26**

**2ª Edición**

R.0009-2010/INDECOPI-CNB. Publicado el 2010-06-24

Precio basado en 11 páginas

I.C.S.: 67.080.20

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Papa, definiciones, requisitos, papa variedad mejorada, papa variedad nativa, tuberosas

## ÍNDICE

	<b>página</b>
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	1
4. DEFINICIONES	2
5. REQUISITOS	4
6. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS	10
7. MUESTREO	10
8. ANTECEDENTES	10
ANEXO A	11



## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Papa y sus derivados, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de enero a noviembre de 2009, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Papa y sus derivados presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias –CNB-, con fecha 2010-01-05 el PNTP 011.119:2010, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2010-02-07. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP 011.119:2010 PAPA Y DERIVADOS. Papa. Definiciones y requisitos**, 2ª Edición, el 24 de junio de 2010.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 011.119:1992 **TUBÉRCULOS Y RAÍCES. Papa blanca. Requisitos**. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Dirección General de Competitividad Agraria - Ministerio de Agricultura
------------	---

Presidente	Ana María Cabrera - EMPAPA
------------	----------------------------

Secretario	Miguel Quevedo
------------	----------------

ENTIDAD	REPRESENTANTE
---------	---------------

INIA	Elsa Valladares Tulio Medina
------	---------------------------------

EMMSA	Luis Baca Sarmiento Juan Carlos Luque
ONG CAPAC Perú	Mario Sevilla Oscar Delgado
ONG ADERS Perú	Celfia Obregón Hermenegildo Huaquisto
Proyecto INCOPA	Kurt Manrique Rolando Egúsquiza Palomino
Centro Internacional de la Papa	Cristina Fonseca
Asociación Peruana de Gastronomía	Gonzalo Angosto
Ministerio de la Producción	Marta Gutiérrez Esmelda Mena
Colegio de Ingenieros del Perú	Eduardo Uceda
Supermercados Peruanos S. A.	Ricardo Solis
Comunidad Campesina de Ollantaytambo	Ciro Pacheco
Coordinadora Nacional de Productores de Papa del Perú (CORPAPA)	Javier García Edilberto Soto
IPENBAL	Jaime Reategui
Ministerio de Agricultura	Magno Meyhuay Montes

---oooOooo---

## PAPA Y DERIVADOS. Papa. Definiciones y requisitos

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece la terminología y requisitos relativos a los tubérculos de papa de las variedades nativa y mejorada o híbrida, destinada al consumo humano.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

La siguiente norma contiene disposiciones que al ser citada en este texto, constituye requisitos de esta Norma Técnica Peruana. La edición indicada estaba en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar la edición reciente de la norma citada seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### **Norma Técnica Peruana**

NTP-ISO 10725:2009    PROCEDIMIENTOS Y PLANES DE  
MUESTREO PARA LA INSPECCION DE  
MATERIALES A GRANEL

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a todos los tubérculos de papa de las variedades nativas y mejoradas o híbridas que se encuentran citadas en el Anexo A.

#### 4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

4.1 **brotamiento o brotación:** Es el desarrollo de una yema que dará origen a un tallo o vástago.

4.2 **calibre o tamaño:** Es una relación entre el peso y los diámetros (mayor/menor) de los tubérculos de papa. En la presente Norma Técnica Peruana se definen 3 tipos de calibres: Extra, Primera y Segunda.

4.3 **clasificación:** Es la aplicación de los criterios o requisitos de calibres a un lote de papa seleccionada.

4.4 **corazón vacío:** Defecto manifestado por la presencia de una cavidad o vacío en el centro del tubérculo ocasionado por un efecto fisiológico.

4.5 **daños o lesiones:** Alteraciones ocasionadas por causas externas o internas, y que afectan la presentación o calidad del producto. Los daños pueden ser mecánicos, fisiológicos, patológicos o por insectos.

4.6 **deformación:** forma atípica que no representa la forma convencional del tubérculo de una variedad determinada. Las deformaciones pueden ser crecimientos secundarios, hundimientos irregulares, protuberancias y agrietamientos.

4.7 **lote:** Conjunto de tubérculos con características varietales uniformes y de la misma procedencia.

4.8 **madurez comercial:** Es el estado de desarrollo del tubérculo de papa que permite que el tubérculo mantenga su calidad comercial y buen estado de conservación hasta llegar al consumidor final. La madurez comercial incluye características organolépticas propias de cada variedad de papa, como: formación consistente de la epidermis o piel (suberización), color de piel, firmeza, color de la pulpa.

4.9 **madurez fisiológica:** Es el estado de desarrollo del tubérculo de papa en el cual el tubérculo ha acumulado la máxima cantidad de materia seca. Se inicia la formación de la epidermis o piel, pudiendo observarse desprendimiento de la piel (papa pelona), por lo que las características organolépticas propias de cada variedad aun no terminan de manifestarse.

4.10 **materia seca:** Es una medida de la masa del tubérculo de papa cuando está completamente seca. Es la porción de sólidos del tubérculo de papa excluyendo el agua. La materia seca se expresa en porcentaje (%).

4.11 **putrefacción:** Es la descomposición y destrucción del tubérculo de papa causada por la acción de bacterias y hongos. Se caracteriza por la pérdida de firmeza y el ablandamiento de los tejidos, olor fétido, disminución de la masa, cambio de la textura y color de la piel. La putrefacción puede ser seca y húmeda, según el tipo de microorganismo.

4.12 **selección:** Es la aplicación de los criterios o requisitos de calidad a un lote de papa.

4.13 **suberización:** Es el proceso de formación de la epidermis o piel del tubérculo, y/o cuando se ha producido un daño mecánico en la superficie del tubérculo (cicatrización).

4.14 **tubérculo de papa:** Es el tallo subterráneo modificado y engrosado donde se acumulan sustancias de reserva para la planta como el almidón, cada tubérculo tiene de 2 a más yemas o brotes distribuidos en espiral en toda la superficie del tubérculo.

4.15 **variedad:** Grupo de individuos con características genotípicas y fenotípicas comunes, y que pertenecen a la misma especie vegetal.

4.16 **variedad mejorada o variedad híbrida:** Es un grupo de individuos con características comunes que son el resultado de un programa de mejoramiento genético convencional.

4.17 **variedad nativa:** Es un grupo de individuos con características comunes que son el resultado del proceso ancestral de domesticación. Se caracterizan por su gran diversidad de formas, colores de piel y pigmentación en la pulpa; en este grupo se incluyen también las denominadas “papas amarillas”.

4.18 **verdeamiento o verdeado:** Es el desarrollo de clorofila en el tubérculo de papa por acción de la luz.

## **5. REQUISITOS**

### **5.1 Uniformidad**

Cada lote de tubérculos de papa deberá estar conformado por una misma variedad (es decir del mismo color, forma y otras características varietales que se indican en el Anexo A).

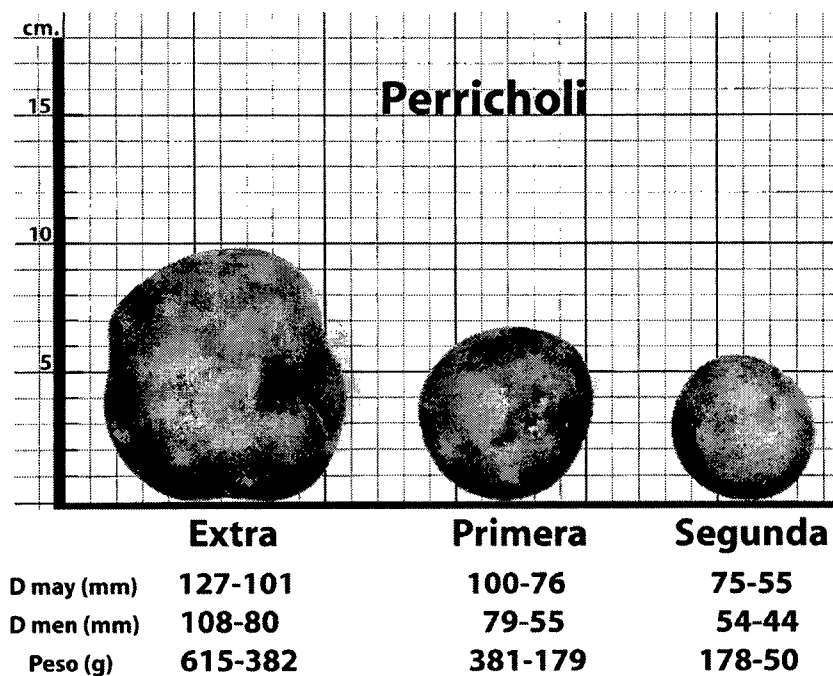
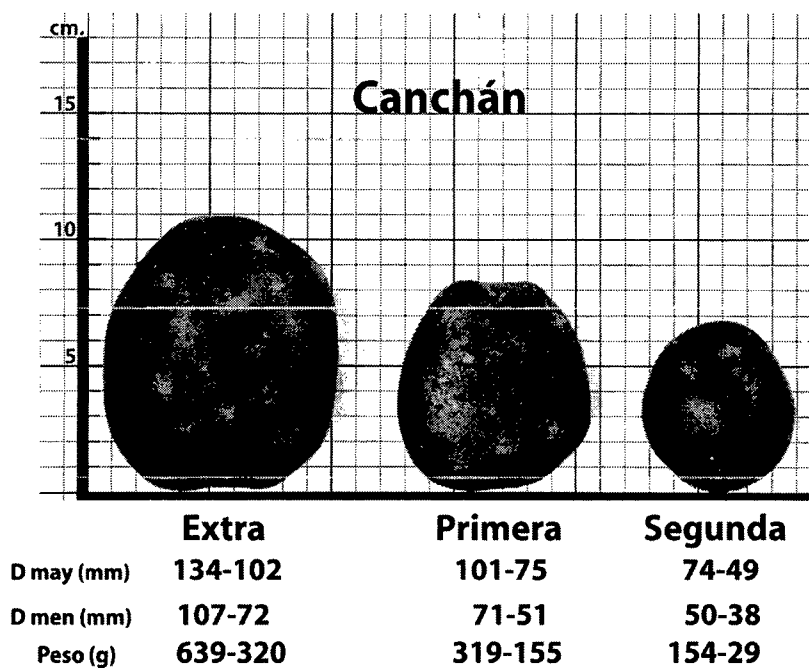
### **5.2 Tamaño**

5.2.1. Los lotes de tubérculos de papa de las variedades mejorada y nativa deberán cumplir con los calibres o tamaños expresados en diámetro y peso que se mencionan en la Tabla 1. Igualmente, estos rangos se presentan en las fotos por variedades.

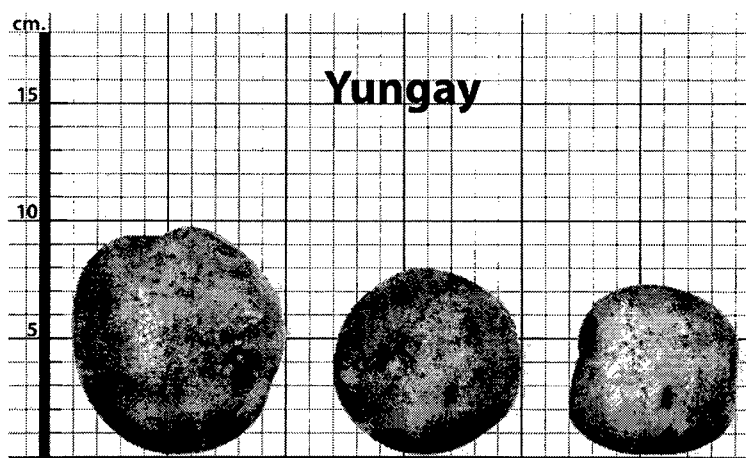
**TABLA 1 - Rangos de diámetros\* mayor y menor (mm) y peso (g) según el calibre y variedad de papa**

Variedad		Calibres		
		Extra	Primera	Segunda
Canchan	D mayor (mm)	134 – 102	101 – 75	74 – 49
	D menor (mm)	107 – 72	71 – 51	50 – 38
	Peso (g)	639 -320	319 – 155	154 – 29
Perricholi	D mayor (mm)	127 – 101	100 – 76	75 – 55
	D menor (mm)	108 – 80	79 – 55	54 – 44
	Peso (g)	615 – 382	381 – 179	178 – 50
Yungay	D mayor (mm)	151 – 104	103 – 73	72 – 45
	D menor (mm)	101 – 61	60 – 45	44 – 32
	Peso (g)	710 – 321	320 – 132	131 – 20
Tumbay	D mayor (mm)	94 – 77	76 – 58	57 – 30
	D menor (mm)	83 – 64	63 – 47	46 – 32
	Peso (g)	361 – 202	201 – 99	98 – 20
Huayro	D mayor (mm)	167 – 132	131 – 90	89 – 43
	D menor (mm)	66 - 53	52 – 45	44 – 35
	Peso (g)	432 – 253	252 – 118	117 – 20
Peruanita	D mayor (mm)	130 – 88	87 - 60	59 – 50
	D menor (mm)	98 – 63	62 – 45	44 – 40
	Peso (g)	509 – 265	264 – 56	55 – 45

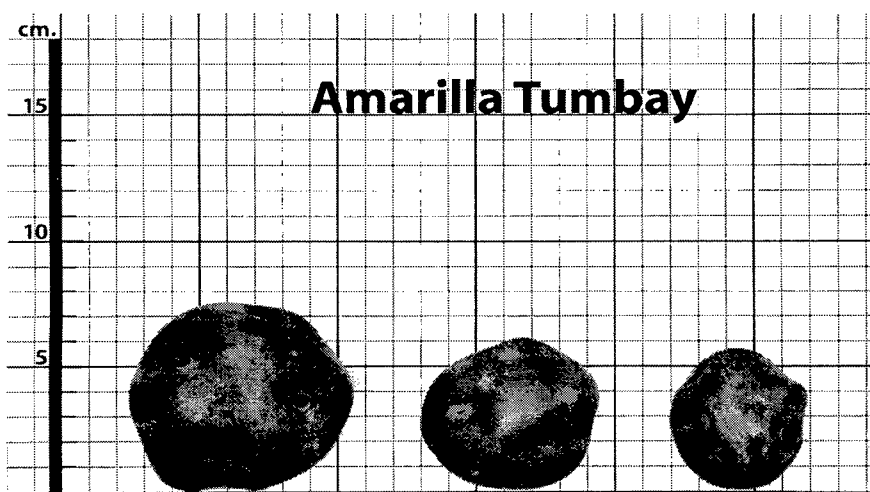
\* Los diámetros mayor y menor están referidos a las dimensiones máximas y mínimas de los ejes longitudinal y transversal del tubérculo cuando se intersectan en ángulo recto



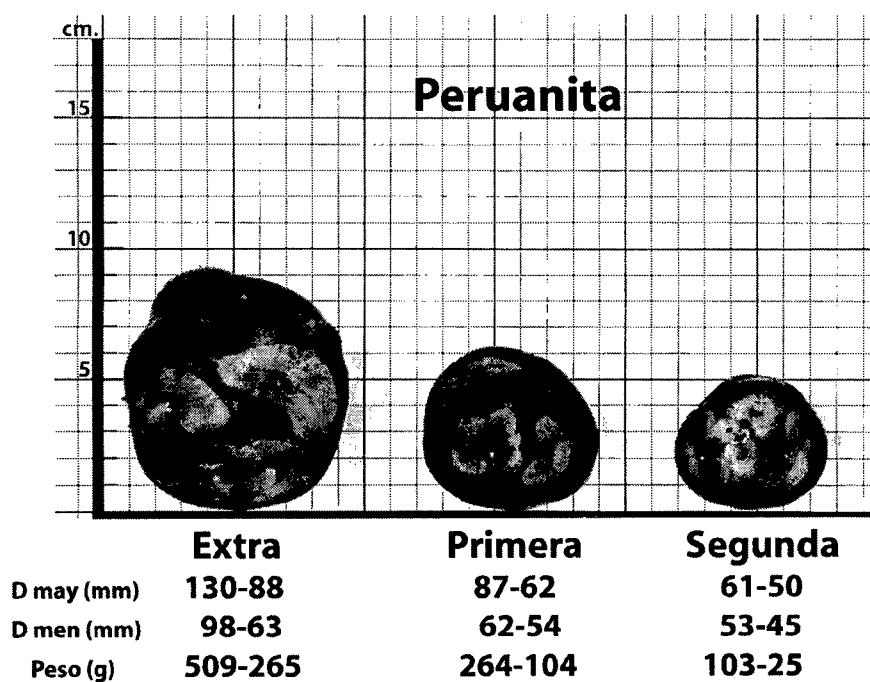
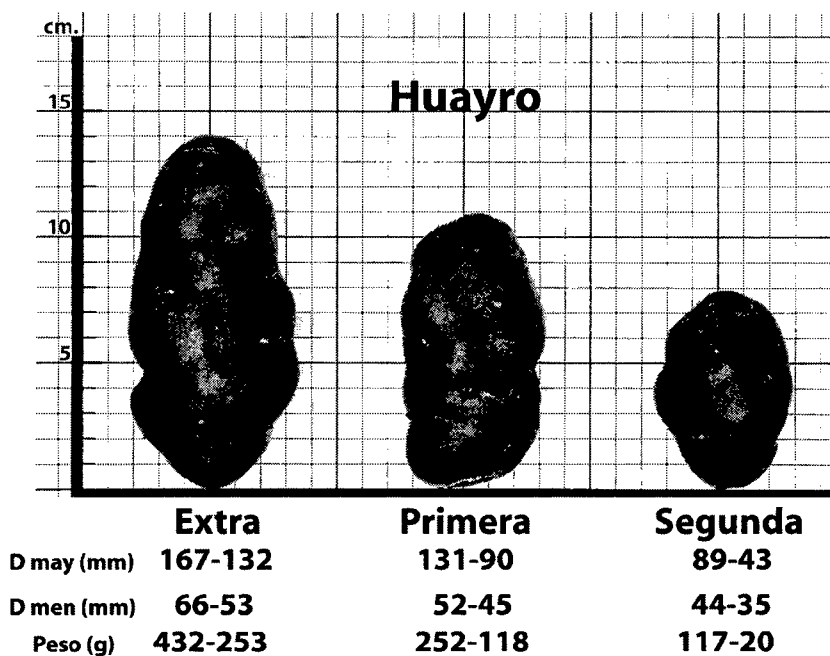




	<b>Extra</b>	<b>Primera</b>	<b>Segunda</b>
<b>D may (mm)</b>	<b>151-104</b>	<b>103-73</b>	<b>72-45</b>
<b>D men (mm)</b>	<b>101-61</b>	<b>60-45</b>	<b>44-32</b>
<b>Peso (g)</b>	<b>710-321</b>	<b>320-132</b>	<b>131-20</b>



	<b>Extra</b>	<b>Primera</b>	<b>Segunda</b>
<b>D may (mm)</b>	<b>94-77</b>	<b>76-58</b>	<b>57-30</b>
<b>D men (mm)</b>	<b>83-64</b>	<b>63-47</b>	<b>46-32</b>
<b>Peso (g)</b>	<b>361-202</b>	<b>201-99</b>	<b>98-20</b>



### 5.3 Sanidad y aspecto

Los lotes de los tubérculos de papa de las variedades mejorada y nativa deberán cumplir con los requisitos de sanidad y aspectos que especifican en la Tabla 2.

Para cada grado de calidad se aceptará como máximo el porcentaje total acumulado de defectos por sanidad; aspectos, clases contrastantes; variedades contrastantes y materias extrañas que se establezcan en la Tabla 2.

5.3.3 Las papas que por su tamaño correspondan a un grado de calidad, pero su aspecto y sanidad no reúnan los requisitos exigidos por dicho grado, pueden ser clasificadas en la calidad inmediata inferior, siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos para esta categoría en la Tabla 2.

**TABLA 2 – Requisitos de sanidad, aspecto y tolerancias según calibres**

CARACTERÍSTICAS	GRADO DE CALIDAD (% m/m)		
	EXTRA	PRIMERA	SEGUNDA
1. Inmadurez( papa pelada o pelona con levantamiento de piel), máximo	1	1	3
2. Cortes, cicatrices, magulladuras, grietas, rajaduras, máximo	2	2	3
3. Brotamiento, máximo	0	0	2
4. Verdeamiento, máximo	0	0	2
5. Pudrición seca, máximo	0	0	1
6. Pudrición húmeda, máximo	0	0	0
7. Comeduras, perforaciones, galerías (daños causados por insectos y roedores), máximo	2	2	2
8. Mezclas varietales, máximo	0	0	2
MÁXIMO PORCENTAJE ACUMULADO	5	5	15

## **6. RESIDUOS DE PLAGUICIDAS**

El producto deberá cumplir con los límites máximos permisibles de residuos de plaguicidas establecidos por la autoridad competente o en su defecto por el Codex Alimentarius.

## **7. MUESTREO**

El muestreo se realizará según lo recomendado en las NTP-ISO 10725.

## **8. ANTECEDENTES**

- |     |  |  |
|-----|--|--|
| 8.1 | NTP 011.121:1992   | TUBÉRCULOS Y RAÍCES. Definiciones  |
| 8.2 | NTP 011.119:1992   | TUBÉRCULOS Y RAÍCES. Papa Blanca. Requisitos   |
| 8.3 | NTON 13 2002-07  | Norma Técnica Obligatoria Nicaraguense para la producción, empaque y comercialización de papa fresca para consumo humano |
| 8.4 | EARFA/PP/N° 14-2006  | Características y requisitos   |
| 8.5 | IRAM 155002-1  | Definiciones y Características   |
| 8.6 | Listado de variedades peruanas. Ministerio de Agricultura, DGCA. Lima-Perú 2008. |  |
| 8.7 | Catálogo de Papas Nativas del Perú. Ministerio de Agricultura, Lima-Perú 2008.   |  |

ANEXO A  
(INFORMATIVO)

CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES DE PAPA  
MEJORADA Y NATIVA

En el cuadro adjunto se muestra las características de las variedades de papa mejorada y nativa más comerciales en el país.

Variedad	Forma	Piel	Pulpa	Características físicas y uso sugerido
Canchan	Redondeada	Piel de color rojo, ojos superficiales.	Blanca a blanca cremosa	22 % de materia seca, gravedad específica de 1.115. Uso sugerido: para frituras.
Yungay	Oval-chatos tamaño grande y compactas	Piel amarillenta con jaspes rojizos, ojos superficiales y en poco número	Cremosa-amarillenta	26 % de materia seca, gravedad específica de 1.091. Uso sugerido: sancochado
Perricholi	Redondeada	Piel blanca con pigmentos morados, pero más concentrados en las cejas	Blanca marfil	20 % de materia seca, gravedad específica de 1.089. Uso sugerido: fritura.
Amarilla Tumbay	Redondeada en forma de piña	Piel de color amarillo claro, ojos profundos	Amarilla	25 % de materia seca, gravedad específica de 1.156. Uso sugerido: sancochado, fritura, puré
Huayro	Alargado-alargados	Piel de color ojo morado, con cejas moradas y ojos profundos.	Crema amarilla con áreas rojas y moradas.	28 % de materia seca, gravedad específica de 1.109. Uso sugerido: sancochado, puré.
Peruanita	Oblongos	Piel 2 colores: rojo – morado y amarillo, ojos semi profundos	Amarilla	30 % de materia seca., gravedad específica de 1.108. Uso sugerido: sancochado, puré