

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DURANTE LA MADUREZ
Y ALMACENAMIENTO EN ESTADO DESHIDRATADO Y CONGELADO
DEL HUMPIKUSAWA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

IBET EVELY MARIN CHURA

ROSA ELSA PERALTA MERMA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PROMOCIÓN: 2014 - I

PUNO - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DURANTE LA MADUREZ Y ALMACENAMIENTO EN ESTADO DESHIDRATADO Y CONGELADO DEL HUMPIKUSAWA ”

TESIS

PRESENTADA POR:

IBET EVELY MARIN CHURA

ROSA ELSA PERALTA MERMA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 09 DE OCTUBRE DE 2017

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:



PRESIDENTE :

M. Sc. PABLO PARI HUARCAYA

PRIMER MIEMBRO :

M. Sc. FLORENTINO VICTOR CHOQUEHUANCA CACERES

DIRECTOR DE TESIS :

Dr. ALEJANDRO COLOMA PAXI

ASESOR DE TESIS :

Ing. WHANY QUISPE CHAMBI

PUNO - PERÚ

2017

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos agroindustriales sostenibles y eficientes

DEDICATORIA

Esta tesis representa todo mi esfuerzo, empeño y dedicación, razón por la cual la dedico a mis padres Pedro y Amparo quienes siempre han estado a mi lado alentándome para seguir adelante, han sabido ser un soporte incondicional durante mi vida; gracias por la comprensión y confianza que depositaron en mí.

A mi hermano Roly por creer siempre en mí y en mis capacidades, por estar junto a mí en los buenos y malos momentos.

Ibet E. Marin Chura.

Aunque solo estemos de paso por este mundo, esta tesis representa un logro personal que ha requerido gran esfuerzo; pero que sin el apoyo e interés de personas allegadas no hubiera sido posible, este trabajo es dedicado a mi padre Marco y a su compañera inseparable, una mujer que desde que tengo conciencia admiro, por su gran fortaleza, nobleza y caridad, mi amada madre Elena.

Rosa E. Peralta Merma.

AGRADECIMIENTOS

Primero queremos agradecer a Dios por darnos salud, sabiduría e inteligencia, por ayudarnos en todas las etapas de nuestra vida.

Nuestro agradecimiento especial a la Universidad Nacional del Altiplano, donde recibimos los conocimientos necesarios para la formación personal y profesional en el transcurso de la vida universitaria.

A los docentes de la Universidad Nacional del Altiplano, un sincero agradecimiento, ya que compartieron sus experiencias y conocimientos de su vida laboral, formando así profesionales y personas de bien.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LAS GROSELLAS	15
2.1.1. Clasificación botánica.....	15
2.1.2. Grosellas uva espina	15
2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES	15
2.2.1. Índices de madurez y cosecha.....	16
2.2.2. Índices de calidad.....	16
2.3. CAMBIOS DURANTE LA MADURACION	17
2.4. CONGELACIÓN.....	18
2.5. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA	19
2.6. ESCALDADO	21
2.6.1. El escaldado y los productos mínimamente procesados	21
2.7. PROPIEDADES FÍSICAS.....	21
2.7.1. Forma	21
2.7.2. Peso	22
2.7.3. Área Superficial	22
2.7.4. Diámetro geométrico promedio	22
2.7.5. Color	23
2.8. TEXTURA	25
2.8.1. Análisis de textura en frutas	26
2.8.2. Métodos para medida de firmeza	26
2.8.3. Ensayo de punción	27
2.9. ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)	27
2.10. PROPIEDADES QUÍMICAS.....	27
2.10.1. Análisis proximal.....	27
2.10.2. pH.....	30

2.10.3. La acidez valorable	31
2.11. ANÁLISIS SENSORIAL	33
2.11.1. Los sentidos y las propiedades sensoriales	35
2.11.2. Pruebas sensoriales	36
III. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	38
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	38
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL	38
3.3. EQUIPOS Y MATERIALES	39
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	44
3.4.1. Recolección.....	45
3.4.2. Deshidratación osmótica.....	46
3.4.3. Congelación	48
3.5. FACTORES EN ESTUDIO.....	49
3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	51
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	58
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES.....	102
BIBLIOGRAFIA	103
ANEXOS	115

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla n° 21. Parámetros de color del fruto silvestre humpikusawa.....	69
Tabla n° 32. Características fisicoquímicas durante el almacenamiento del fruto deshidratado.....	78
Tabla n° 33. Parámetro de color en los frutos deshidratados por osmosis.....	80
Tabla n° 53. Características fisicoquímicas durante el almacenamiento del fruto congelado.....	92
Tabla n° 54. Parámetros de color en fruto congelado.....	94

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro n° 01. Cambios de los constituyentes durante la maduración.....	17
Cuadro n° 02. La temperatura de congelación más alta para frutas.....	18
Cuadro n° 03. Formas presentadas en los vegetales.....	22
Cuadro n° 04. La composición en ácidos y los °brix de algunas frutas de importancia comercial.....	33
Cuadro n° 05. Características de las pruebas sensoriales.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico n° 01. Flujograma general de experimentación.....	44
Gráfico n° 02. Flujograma de obtención del fruto deshidratado por ósmosis.....	46
Gráfico n° 03. Flujograma de obtención del fruto congelado.....	48

RESUMEN

Los objetivos en estudio del presente trabajo fueron evaluar el efecto de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales durante la madurez del fruto silvestre *Humpikusawa*, y durante el almacenamiento en estado congelado (0 días, 15 días, 30 días) y deshidratado (0 días, 15 días, 30 días, 45 días). Los frutos fueron recolectados a los 120 días de su periodo vegetativo, a los 25, 40 y 55 días después de plena flor (DDPF). Para el primer objetivo; haciendo uso de un Respirómetro se determinó que la producción de CO₂ fue muy baja indicando que es un fruto no climatérico; el menor pH fue de 6.23 ± 0.12 para frutos cosechados a 25 DDPF calificándolos como frutos no ácidos; el mayor contenido de Sólidos solubles 14.10 ± 0.10 fue de los frutos cosechados a 55 DDPF, los frutos con mayor contenido de ácidos orgánicos 0.12 ± 0.01 fue de los frutos cosechados a los 25 DDPF; actividad de agua 0.93 ± 0.00015 (25 DDPF), 0.96 ± 0.00058 (40 DDPF) y 0.95 ± 0.00058 (55 DDPF); mayor área superficial 7.84mm^2 (55 DDPF), diámetro geométrico 8.89 mm (55 DDPF); la forma del fruto es esférico. La mayor fuerza de deformación es de 1.140 ± 0.56 N/mm (25 DDPF), en cuanto al color los valores de $\pm a^*$ fueron negativos y mostro mayor luminosidad (L^*) los frutos cosechados 55 DDPF, mayor contenido de Humedad 80.98 ± 0.42 (25 DDPF), Proteína 1.71 ± 0.07 (25 DDPF), Grasa 0.56 ± 0.21 (40 DDPF), Fibra cruda 1.43 ± 0.05 (55 DDPF), Cenizas 0.70 ± 0.13 (25 DDPF) = Carbohidratos 16.85 ± 0.91 (55 DDPF), Energía total 77.60 ± 1.52 Kcal (55DDPF); en el análisis sensorial los atributos que tuvieron mayor aceptabilidad fue de los frutos cosechados a los 55 DDPF. En el segundo objetivo durante el almacenamiento, el tratamiento osmótico provocó un aumento en los Sólidos solubles y estos se mantuvieron constantes durante los 45 días, el % de Acidez titulable y la Actividad de agua de los distintos días de cosecha mostraron disminución, el pH mostro un descenso durante las primeras fechas de evaluación y aumento desde la tercera, los frutos en general mostraron oscurecimiento reflejados en la disminución del parámetro L^* y en el análisis sensorial los frutos cosechados a 55 DDPF fueron de mayor aceptabilidad durante la segunda, tercera y cuarta evaluación, en los frutos congelados durante el almacenamiento los Sólidos solubles, el % de Acidez titulable y la Actividad de agua aumentaron, el pH se mantuvo constante, los frutos congelados mostraron pardeamiento reflejándose en la variación del parámetro h. y en el análisis sensorial los frutos cosechados a 55 DDPF tuvieron la mayor aceptabilidad, siendo el dulzor y la acidez las variables que determinan la aceptación del fruto congelado.

Palabras Clave: *Humpikusawa*, Madurez, Deshidratado, Congelado.

ABSTRACT

The objectives of the study were to evaluate the effect of physicochemical and sensorial properties during the maturity of the Humpikusawa wild fruit, and during storage in frozen (0 days, 15 days, 30 days) and dehydrated (0 days, 15 days, 30 days, 45 days). The fruits were harvested at 120 days of their vegetative period, at 25, 40 and 55 days after full bloom (DDPF). For the first objective, using a Respirometer, it was determined that the production of CO₂ was very low indicating that it is a non-climacteric fruit, the lowest pH was 6.23 ± 0.12 for fruits harvested at 25 DDPF, qualifying them as non-acid fruits, the highest content of soluble solids 14.10 ± 0.10 was of fruits harvested at 55 DDPF, 0.96 ± 0.00058 (40 DDPF) and 0.95 ± 0.00058 (55 DDPF), DDPF, water activity 0.93 ± 0.00015 (25 DDPF), 0.96 ± 0.00058 (40 DDPF), mom surface area 7.84mm^2 (55 DDPF), geometric diameter 8.89 mm (55 DDPF); shape of the fruit is spherical. The highest deformation force is $1,140 \pm 0.56 \text{ N / mm}$ (25 DDPF), in terms of color the values of $\pm a^*$ were negative and showed greater luminosity (L^*) the harvested fruits 55 DDPF, higher content of Moisture 80.98 ± 0.42 (25 DDPF), Protein 1.71 ± 0.07 (25 DDPF), Fat 0.56 ± 0.21 (40 DDPF), Crude Fiber 1.43 ± 0.05 (55 DDPF), Ashes 0.70 ± 0.13 (25 DDPF) = Carbohydrates 16.85 ± 0.91 (55 DDPF), Total energy $77.60 \pm 1.52 \text{ Kcal}$ (55DDPF), in the sensorial analysis the attributes that greater acceptability of harvested fruits at 55 DDPF. In the second objective during storage, the osmotic treatment caused an increase in the soluble solids and these remained constant during the 45 days, the % titratable acidity and the water activity of the different days of harvest showed decrease, the pH showed a decrease during the first evaluation dates and increase from the third, the fruits in general showed darkening reflected in the decrease of the L^* parameter and in the sensory analysis the fruits harvested at 55 DDPF were of greater acceptability during the second, third and fourth evaluation, in the frozen fruits during the storage the soluble Solids, the % of titratable acidity and the water activity increased, the pH remained constant, the frozen fruits showed pardeamiento reflecting in the variation of the parameter h. and in the sensory analysis the fruits harvested at 55 DDPF had the highest acceptability, sweetness and acidity being the variables that determine the acceptance of the frozen fruit.

Key Words: Humpikusawa, Maturity, Dehydrated, Frozen.

I. INTRODUCCIÓN

Existen reportes de investigación sobre genotipos del fruto Humpikusawa, la grosella espinosa europea o uva espina oriundos de Europa y Asia, realizado por Burgos *et al.*, (2007) sobre las características fisicoquímicas como pH, acidez y sólidos solubles mencionando que estos cumplen con las especificaciones industriales para llevar a cabo procesos agroindustriales, aunque actualmente es poca la información científico - técnica sobre sus características.

En la Región de Puno se cuenta con biodiversidad de productos promisorios a los cuales no se les dio debida importancia y al ser estudiados mostraron gran potencialidad, así como alto valor nutricional que podrían también ser denominados súper alimentos para la alimentación del ser humano. A pesar del empeño de muchos investigadores por aportar información sobre los productos poco conocidos a la sociedad actual, el desconocimiento sobre la existencia de algunos de estos es impedimento para un estudio exhaustivo de sus propiedades y potencialidades. En tanto que se han producido grandes cambios a escala mundial, como la globalización, la intensificación de la competencia, la aceleración de los cambios tecnológicos y las exigencias de los consumidores tanto de servicios como de bienes, siendo que el desarrollo del sector alimentario trae consigo alta rentabilidad, se considera que el desarrollo de la industrialización de los productos silvestres o promisorios se encuentra poco avanzada; en la región de Puno, se tiene el caso del Humpikusawa, crece en forma silvestre en el norte y noreste del Departamento de Puno, principalmente en zonas de la cordillera Vilcanota, es un fruto silvestre al cual las personas locales le atribuyen beneficios para la salud de quienes la consumen, pero se desconocen sus características fisiológicas y físico-químicas, lo que limita la búsqueda de nuevas alternativas de agroindustrialización; es así como este tipo de frutos son utilizadas desde épocas ancestrales sólo con el conocimiento empírico de las comunidades en diversos usos. Teniendo en cuenta lo anterior; en esta se evaluará las propiedades físicas, químicas y sensoriales durante el desarrollo fisiológico y en el almacenamiento del fruto silvestre Humpikusawa. y para lograrlo se medirán las diferentes características químicas del fruto como pH, acidez, sólidos solubles, índice de madurez; características organolépticas como color, sabor y aroma; características físicas como textura, Aw, tamaño, forma, área superficial y el color. Al obtener y presentar dicha información se buscan nuevas alternativas para el productor y procesador de alimentos

por consiguiente poder aumentar la calidad de vida. Por lo que en el presente trabajo se planteó los siguientes objetivos:

Evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales durante la madurez del fruto silvestre Humpikusawa.

Evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del fruto silvestre Humpikusawa durante el almacenamiento en estado congelado y deshidratado.

NOMENCLATURA

DDPF : Días después de plena floración

DO : Deshidratación Osmótica

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LAS GROSELLAS

Las grosellas responden al género *Ribes*, dentro del cual existen varias especies (CIATA, 2012).

2.1.1. Clasificación botánica

Familia: SAXIFRAGÁCEAS

Género: RIBES

Especies:

- *Ribes nigrum* (cassis o grosella negra)
- *Ribes rubrum* (grosella roja, zarzaparrilla o corinto)
- *Ribes uva crispera* ó *Ribes grosularia* (uva espina de origen europeo)
- *Ribes Hirtellum* (grosella uva espina de origen americano) En los bosques andino patagónicos se encuentra una especie autóctona de grosellas, denominada vulgarmente Parrilla (*Ribes Magellanicum*), con habito de crecimiento sombrío – semi-sombrío (sotobosque), habitualmente los pobladores cosechan sus frutos para la elaboración de dulces (The Mid-Atlantic, 2013).

2.1.2. Grosellas uva espina

Maduración de media estación (última semana de diciembre), planta muy vigorosa, arbustos grandes con cierto hábito rastrero y tallos con espinas grandes. Muy productiva. Sus bayas son grandes, con piel ligeramente erizada, de forma redonda irregular, color verde pálido a amarillo, con muy buen sabor para fruta fresca. Resistente al oídio, moderadamente sensible al taladrillo (Salinero, 2000).

2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Estas frutas son muy saludables y se caracterizan por su alta capacidad antioxidantes, debido a un alto contenido de compuestos bioactivos. Estos compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante son de gran importancia para la salud humana evitando diferentes tipos de enfermedades. Este grupo de frutos son muy perecederos y se caracterizan por tener una vida muy corta después de la cosecha en condiciones óptimas de manejo. Por ejemplo, la vida máxima de zarzamora y frambuesa es de 2-5 días, fresa de 7 a 10 días,

arándano azul de 1-2 semanas, arándano rojo de 2-4 meses y de la grosella 7 a 28 días (Cantwell, 1999; Sargent *et al.*, 2000).

Todos los frutos de bayas con excepción del arándano son no-climatéricas, indicando que no son capaces de seguir madurando después de la cosecha, por lo que es importante no cosecharlas antes de alcanzar su estado óptimo de consumo. Todas estas frutas producen cantidades muy pequeñas de etileno (<0.1 a 1.0 ppm por kg por hora a 20°C) y el etileno no estimula la maduración de la fresa, frambuesa y zarzamora. Todos los frutos de bayas son insensibles al daño por frío después de la cosecha y por lo tanto es importante mantenerlos siempre en las más bajas temperaturas posibles (arriba de la temperatura de congelación) (Yahia, 2016).

2.2.1. Índices de madurez y cosecha

Todos los frutos de bayas se deben cosechar maduras o casi maduras, ya que no siguen madurando después de la cosecha. El color de la superficie de la fruta es lo más importante. Por ejemplo, la fresa se debe cosechar con más del 50% de color. Los sólidos solubles y la acidez titulable pueden considerarse en algunas frutas (Peña, 2012).

2.2.2. Índices de calidad

Los índices más importantes de calidad son: la apariencia de la fruta (color, tamaño, forma, ausencia de defectos y firmeza); el sabor (sólidos solubles, acidez titulable y compuestos volátiles aromáticos); y el valor nutritivo que abarca el contenido de vitaminas A y C. Para un sabor aceptable es necesario una mínima de 7 % de sólidos solubles y/o un máximo de 0.8% de acidez titulable (Elhadi, 2016).

- Envases

Otro aspecto importante a considerar en un embalaje, es la utilización de un envase que represente comodidad física para la fruta. Dentro de las características de un buen envase, BERGER (1995), señalan que deben proteger el contenido, ser resistentes a alta humedad relativa principalmente para largos períodos de conservación y entre otros. Poseer las ventajas de evitar la pérdida del desgrane y favorecer la manipulación del producto. Dentro de los envases que poseen estas características se encuentran Clamshell, Carrybag y Polybag (Kusar y Morales, 1996).

2.3. CAMBIOS DURANTE LA MADURACION

Durante la maduración de los frutos ocurren cambios fisiológicos, bioquímicos y estructurales que influyen en la producción de compuestos químicos que generan el sabor y aroma correspondientes. El ablandamiento de los tejidos varía de acuerdo a la especie y variedad del fruto, y se debe a la degradación de pectinas y hemicelulosas de la pared celular por acción de diferentes enzimas hidrolíticas (Karakurt, 2007). Las características sensoriales, principalmente de olor y sabor, juegan un papel central en la calidad de los frutos y dependen del gusto y aroma percibidos por cada consumidor.

En frutos y hortalizas son modificados por la variedad y momento de la maduración de cada especie (Kader, 2009), y están ligadas a la biosíntesis y a una variación de concentraciones o modificaciones de varios compuestos químicos, principalmente azúcares, ácidos, taninos y aceites esenciales (Dávila *et al.*, 2011).

El cambio de color es causado por la degradación de la clorofila y el descubrimiento o síntesis de pigmentos carotenoides en los cloroplastos y cromoplastos, y los pigmentos fenólicos: antocianinas, flavonoles y pro antocianidinas (Ramirez y Meyer, 2013).

Este cambio se vincula con la evolución de la textura, aroma y sabor que esperan los consumidores de estos productos en el momento de consumo y se relaciona fuertemente con la resistencia a la penetración, atributo de calidad que denota frescura del producto, por lo que es utilizado como un indicador de madurez de los frutos (Surmacka, 2002).

Cuadro n°01. Cambios de los constituyentes durante la maduración

Criterio de calidad	Constituyente químico implicado		Modificaciones del criterio
COLOR	Clorofila	Carotenos	Cambios de color de piel y pulpa Coloraciones amarillo-rojizas
		Xantofilas Favonoides Antocianos	
SABOR	Almidón	Carbohidratos	Aumento del dulzor
	Ácidos orgánicos		Disminución de la acidez
		Proteínas	Aumento de la calidad nutritiva
	Taninos		Disminución de la astringencia

AROMA	Compuestos aromáticos	Desarrollo del aroma y perfume
TEXTURA	Protopectinas Pectinas solubles	Disminución de la dureza, ablandamiento del fruto

Fuente: (Wills, 2007)

2.4. CONGELACIÓN

La congelación es el proceso de preservación originado por la reducción de la temperatura por debajo de aquella en la que se comienzan a formar cristales en un material alimenticio (Orrego, 2008).

Dependiendo del tipo de alimento que se pretenda congelar, existen sistemas de congelación de alimentos, los cuales pueden ser clasificados de acuerdo con la temperatura aplicada (arriba o abajo de 40°C), el producto procesado (sólido o líquido), el medio de congelación (aire, superficie fría, líquido), y el camino de proceso (continuo o batch) (Saravacos y Kostaropoulos, 2002).

Cuadro n°02. La temperatura de congelación más alta para frutas

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	TEMPERATURA (°C)
Arándano Americano (Blueberry)	<i>Vaccinium corymbosum</i>	-1.3
Arándanos (Cranberry)	<i>Vaccinium macrocarpon</i>	-0.9
Baya de saúco (Elderberry)	<i>Sambucus ssp.</i>	-1.1
Cereza ácida	<i>Prunus cerasus</i>	-1.7
Cereza dulce	<i>Prunus avium</i>	-2.1
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	-2.2
Ciruelas	<i>Prunus domestica L.</i>	-0.8
Frambuesa (Raspbayas)	<i>Rubus idaeus L.</i>	-0.9
Fresa	<i>Fragaria ssp.</i>	-0.8
Granada	<i>Punica granatum L.</i>	-3.0
Grosella	<i>Ribes ssp.</i>	-1.0
Grosella	<i>Ribes grosularia Wall.</i>	-1.1

Higo	<i>Ficus carica L.</i>	-2.4
Níspero	<i>Eriobotrya japonica (Thumb.) Lindl.</i>	-1.9
Uva	<i>Vitis vinífera L.</i>	-2.7
Uva silvestre	<i>Vitis labrusca L.</i>	-1.4
Zarzamora	<i>Rubus ssp.</i>	-0.8
Zazamora (Dewberry)	<i>Rubus ssp.</i>	-1.3
Zarzamora-Frambueso (Zarza de Logan)	<i>Rubus ssp.</i>	-0.6

FUENTE: Artés, (2002).

2.4.1. Daños por frío

La gran mayoría de frutas Mínimamente Procesadas no son susceptibles a daños por frío. Los daños por frío se manifiestan mediante un aceleramiento de las lesiones fisiológicas y un aumento en la incidencia de patologías, donde las alteraciones se registran principalmente en las zonas exteriores del fruto, como la piel. Para las frutas Mínimamente Procesadas la temperatura recomendable de almacenamiento es 0°C, ya que proporciona una vida útil óptima al mismo tiempo que reduce el crecimiento de microorganismos. Actualmente no existen estudios relacionados con el impacto en la biosíntesis de aromas y sabores de frutas Mínimamente Procesadas almacenadas a bajas temperaturas. (Artés, 2002).

2.4.2. Formas de consumo de berries congelados

En Suecia el consumo de berries congelado se ha estructurado fundamentalmente como ingrediente para postres, consumo directo en los desayunos y en las mermeladas, así como también en smoothies y helados. Debido a la importancia de la salud en el mercado sueco y nórdico en general, se consume bastante frutas y verduras, y más aún si éstas son orgánicas (ProChile, 2011).

2.5. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

La deshidratación osmótica (DO) es una técnica de remoción de agua que consiste en sumergir frutas u hortalizas, troceadas o enteras, en una solución hipertónica compuesta por solutos capaces de generar una presión osmótica alta, lo cual permite aumentar la vida útil y mejorar las características sensoriales del producto. En el proceso ocurre una salida

importante de agua desde el producto hacia la solución, una entrada de soluto desde la solución hacia el alimento y una mínima pérdida de solutos propios del alimento. Estos flujos ocurren a través de la membrana celular que posee permeabilidad diferencial regulando en cierto grado la entrada y salida de solutos, en el cual el agua se elimina sin cambio de fase (Fernández, 2011) consideran que el fenómeno de transferencia de masa que ocurre en un proceso de deshidratación osmótica es afectado por la estructura biológica y propiedades de los tejidos.

La posibilidad de que el soluto de la solución entre en la fruta dependerá de la impermeabilidad de las membranas a este soluto. Por lo general los tejidos de las frutas no permiten el ingreso de sacarosa por el tamaño de esta molécula, aunque si pueden dejar salir de la fruta moléculas más sencillas como ciertos ácidos o aromas. En circunstancias como el aumento de temperatura, por escaldado previo de las frutas, la baja agitación o calentamiento del sistema, se puede producir ingreso de sólidos hasta un 10 % (Muñiz, 2012).

2.5.1. Concentración de la solución osmótica

De acuerdo a Fernández, (2011) quien menciona que: "La remoción de agua por deshidratación osmótica en materiales biológicos incluyendo frutas y vegetales ha incrementado su interés como alternativa potencial y operación complementaria a los procesos convencionales de secado, congelación entre otros, esto porque el proceso puede ser llevado a cabo a bajas temperaturas sin cambio de fase, resultando en productos de alta calidad y bajos costos de operación".

El uso de soluciones de distinta concentración da lugar al desarrollo de diferentes perfiles de concentración en el tejido de las frutas. Numerosos investigadores en este campo recomiendan que las concentraciones de la solución de sacarosa debe estar entre los 50-70 °Brix. (Zapata, Carvajal y Ospina, 2002).

El color de las frutas y hortalizas frescas que han sido procesadas se ve alterado por: (Dorantes y Chiralt, 2000).

- Oxidación de compuestos fenólicos catalizada por la polifenol oxidasa.
- Conversión de clorofilas en feofitinas por acidificación.
- Modificación de antocianos por oxidación y acidificación del medio.

- El contenido de carotenos totales se afecta por acidificación y tratamientos térmicos suaves sólo moderadamente.

Entre éstos se incluyen los fenómenos de pardeamiento enzimático y/o no enzimático, las condiciones de procesado y almacenamiento como pH, acidez, temperatura y el material del envase (Ahmed y Shivhare, 2001a y 2001b).

2.6. ESCALDADO

2.6.1. El escaldado y los productos mínimamente procesados

El escaldado es generalmente aplicado como pretratamiento para promover la calidad de ciertos productos con destino a ser deshidratados por deshidratación osmótica (Moreno *et al.*, 2008), cocción o congelación, y recientemente, se estudia su aplicación bajo ciertas condiciones de operación para productos Mínimamente Procesados (Mayer, 2003a y 2003b).

Algunas de las consecuencias de la aplicación de la técnica de escaldado son la pérdida de sólidos solubles, la desnaturalización de enzimas, la desgasificación del tejido, la hidrólisis y solubilización de polímeros estructurales como protopectina, además de la gelatinización del almidón, dando lugar a un aumento considerable del tamaño de los gránulos (Bustan, Cornejo y López, 2005). Por tales motivos, el escaldado puede aplicarse no sólo para evitar el pardeamiento enzimático, sino también, para proporcionar cambios estructurales al producto que mejoren su calidad textural.

2.7. PROPIEDADES FÍSICAS

Son observados o medidas, sin requerir ningún conocimiento de la reactividad o comportamiento químico de la sustancia, sin alteración ninguna de su composición o naturaleza química. La masa, el volumen y la temperatura son comunes a toda la materia y no nos permiten identificar un tipo de materia en particular porque sus valores varían de acuerdo con la cantidad de materia que se analice, por lo cual son propiedades con características.





2.7.1. Forma

La forma también es importante en los cálculos de transferencia de materia y calor, en el tamizado de sólidos para separar materiales extraños, en la clasificación de frutas y hortalizas, y en la evaluación de la calidad de los materiales alimenticios. La forma del material alimentario usualmente se expresa en términos de esfericidad y de proporción de

aspecto. La esfericidad es un parámetro importante utilizado en el cálculo de flujo de fluidos y transferencia de materia y de calor.

La esfericidad o factor de forma se puede definir de diferentes formas (Sahin *et al.*, 2006).

Cuadro n°03. Formas que se pueden presentar en los vegetales

NOMBRE DE FIGURA	FORMA	EJEMPLOS
Elipse		Sandia, curuba, trigo, calabaza, almendra.
Triángulo, pirámide y cono		Zanahoria, yuca, nabo, ají, arracacha.
Círculo		Ciruela, cereza, limón, naranja, ruba, granadilla.
Pentágono regular		Brócoli, coliflor.

Fuente: Hernández (2007).

2.7.2. Peso

Es una medida de la cantidad de materia que tiene un cuerpo. No depende de las condiciones en que se encuentra un cuerpo (altura, temperatura, etc.). Se mide con las balanzas y se expresa en kilogramos (kg).

2.7.3. Área Superficial

Propiedad bastante significativa en la evaluación de la calidad física, desde el punto de vista de apariencia; además es muy importante en todos aquellos procesos en los que se involucra alguna transferencia de calor (refrigeración, congelación, secado, etc.). El área superficial se determina por medio de planimetría: se toma el material vegetal, se pela tratando de sacar tiras de cáscara, estas se dibujan sobre un papel, milimetrado preferiblemente y luego se mide el área total de la muestra (Reyes *et al.*, 2007).

2.7.4. Diámetro geométrico promedio

Las propiedades físicas y geométricas de muchos productos agrícolas son investigados con la finalidad de entender su comportamiento mecánico son un factor importante para el diseño de estructuras de empaque y almacenamiento. En las frutas, por ejemplo, la forma y las dimensiones físicas son importantes para su clasificación y para determinar

la cantidad de frutos que pueden ser colocados en los contenedores. Cuando las frutas y hortalizas son transportadas hidráulicamente, el diseño de la velocidad del fluido está relacionado con la densidad y la forma. El volumen y el área superficial son importantes en el modelado de la transferencia de calor y de masa durante las operaciones de enfriamiento y secado. Algunas características físicas (peso, diámetro, área, volumen, etc.), geométricas (forma, esfericidad, etc.) y mecánicas (carga de ruptura, deformación, etc.), que se evalúan en el presente trabajo, servirán como base para alimentar herramientas de diseño y construcción de estructuras de empaque que ayudarían a minimizar los daños mecánicos producidos por la manipulación después de la cosecha. Esta acción ayudaría a preservar la calidad del producto (Salamanca *et al.*, 2010).

2.7.5. Color

Es el cambio más notorio en muchas frutas durante la maduración y con frecuencia es el criterio más utilizado para decidir sobre la madurez de esta. La transformación más importante es la degradación del color verde. Esta desaparición del color verde está asociada con la síntesis o el desenmascaramiento de pigmentos cuyos colores oscilan entre el amarillo y el rojo. Los productos no climatéricos presentan cambios en su coloración al transcurrir el tiempo, sin embargo también existen excepciones como los cítricos de zonas demasiado altas. Un atributo de calidad muy importante de todas las frutas y vegetales y para algunos de ellos es el atributo crítico de calidad para determinar el grado de frescura del producto. Por lo que para productos en fresco, el color de la superficie es de primordial importancia, el color es sin duda el primer factor de calidad que percibe el consumidor (Salgado y Martínez, 2006).

2.7.5.1. Medición del color

La evaluación del color se realiza objetivamente mediante el uso del espacio de color $L^* a^* b^*$ (también referido como CIELAB), propuesto por la Commission Internationale de l'Eclairage $CIE L^* a^* b^*$. Este sistema es uno de los espacios más populares para medir el color de los objetos y es usado virtualmente en todos los campos y es el que mejor representa la sensibilidad del ojo humano al color.

En este espacio de color, L^* indica la luminosidad y varía del 0 (negro) al 100 (blanco) y a^* y b^* son las coordenadas cromáticas de manera que a^* varía de -60 (verde) a +60 (rojo)

y b^* varía de -60 (azul) a +60 (amarillo) ($+L^*$ es blanco y $-L^*$ es negro). El diagrama de cromaticidad a^*b^* , se muestra en la Figura N° 01.

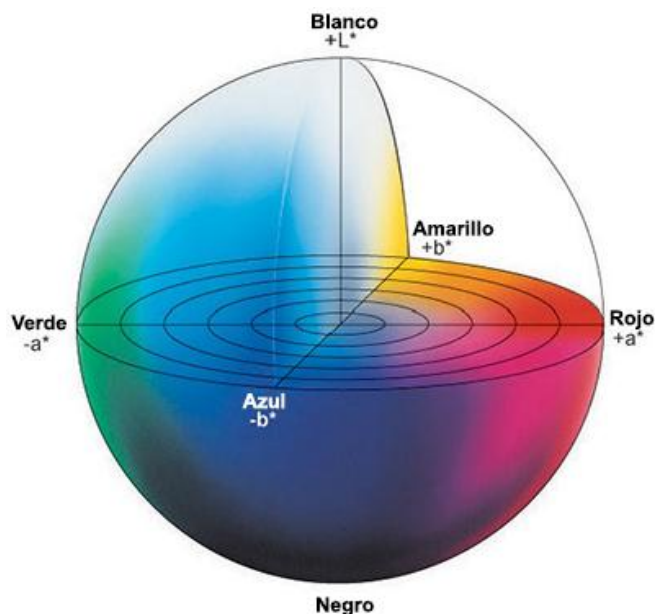


Figura n° 01. Diagrama de cromaticidad

En este diagrama, se pueden ver las direcciones del color: $+a^*$ en la dirección del rojo, $-a^*$ en la dirección del verde, $+b^*$ en la dirección del amarillo y $-b^*$ en la dirección del azul. El centro es acromático; a medida que los valores de a^* y b^* aumentan y el punto se separa del centro, la saturación del color se incrementa (Minolta, 2012).

2.7.5.2. Medida del color mediante análisis de imagen

Para solucionar los inconvenientes ocasionados por otros instrumentos de análisis de color que pierden su utilidad cuando la muestra no presenta uniformidad de color, ya que solo reportan las coordenadas cromáticas de un color medio de toda el área medida y emplea un sistema de medida de imagen digital, pues captura todo el aspecto de la muestra, permitiendo medir así la distribución del color (Yam y Papadakis, 2004).

Para tal fin se emplean cámaras digitales que capturan el color total y apariencia del objeto, y que gracias a su calidad en la imagen es posible obtener fidelidad en las medidas, registrando el color en muchos puntos de la muestra, y suministrando una información detallada al reportar coordenadas cromáticas para cada píxel. Se encuentran diferentes instrumentos para el procesamiento de imágenes digitales: video colorímetros los cuales usan sistemas de visión computarizados, y las cámaras digitales. A diferencia de los sistemas de visión computarizados, las cámaras digitales son equipos más económicos y

accesibles, que no requieren de dispositivos muy especializados (Yam y Papadakis, 2004).

El método de captura de imagen es más usado en los últimos años ha sido el Digi Eye (Luo, Cui y Li, 2001), que consiste de una cámara digital, que realiza las medidas de color de un objeto bajo condiciones controladas de luminosidad y de un software gráfico (González, 2007); que se encarga de controlar la cámara, mostrar la imagen en el monitor y realizar el análisis convirtiendo las medidas instrumentales, según una carta de referencia de 240 colores, a los valores tricromáticos CIEXYZ o CIELAB (Williams, 2006).

2.7.5.3. Adquisición de imágenes

El proceso se inicia con la etapa de adquisición de imágenes, donde el objeto en estudio es capturado y almacenado en el computador. Cuando se adquieren imágenes, es importante considerar el efecto de la intensidad de la iluminación y la orientación relativa de la muestra a la fuente de iluminación, ya que el nivel de gris de los píxeles está determinado no solo por las características físicas de la superficie, sino también por esos dos parámetros (Pedreschi *et al.*, 2006).

2.8. TEXTURA

La textura no tiene una definición exacta, precisa y satisfactoria; sin embargo, se puede decir que posee las siguientes características: no está directamente relacionada con el olor o el gusto, no se trata de una propiedad, sino de un conjunto de propiedades, que se encuentra relacionada con la mecánica y la reología, y finalmente trata de un grupo de propiedades físicas que derivan de la estructura del alimento (Andrade *et al.*, 2010).

La dureza es el atributo de textura mecánico más importante en los alimentos; en el caso de los productos cárnicos, las frutas y los derivados lácteos como el queso, junto con el sabor y la apariencia, constituyen las características en las que el consumidor basa su decisión al ingerir, como por ejemplo, un trozo de carne de una especie animal específica para luego realizar una comparación sensorial de otras.

En frutas, determina el grado de maduración en que esta se encuentra. En cuanto a los demás parámetros de textura, por lo general determinan el estado reológico que predomina en el alimento (Torres *et al.*, 2014).

2.8.1. Análisis de textura en frutas

La calidad de la mayoría de las frutas depende de varios factores tales como la variedad, las condiciones del clima, etapa de madurez y condiciones de almacenamiento (Redgwell y Fischer, 2008). Durante estos procesos la textura puede deteriorarse, originando un ablandamiento de la fruta lo cual no es deseado por el consumidor (Bugaud *et al.*, 2011). El ablandamiento de frutas como la manzana, se debe principalmente al proceso de maduración, también ha sido atribuido a cambios en la cantidad y naturaleza de los polisacáridos presentes en la pared celular de las células vegetales (Andrade *et al.*, 2010). Por otro lado, a medida que el tejido se va ablandando, pierde cohesividad y se presenta una disminución en las uniones intermoleculares debido a un incremento en la solubilidad de los constituyentes de la pared celular, primordialmente de la pectina (Martínez *et al.*, 2005).

El mantenimiento de la calidad de un fruto es un problema importante para los proveedores de frutas blandas, limitando fuertemente la comerciabilidad, y en consecuencia el impacto económico de una variedad. La capacidad para mantener una alta calidad estándar principalmente depende de las propiedades de textura de la fruta, fisiológicamente relacionadas con el proceso de degradación de la pared celular y mecanismos que permitan la presión alta turgencia interna (Giongo *et al.*, 2013).

Se define la firmeza de un material como la fuerza necesaria para romper los tejidos carnosos, y está vinculada con los diferentes estados durante el proceso de maduración; por lo tanto la firmeza de la fruta es considerada como un buen indicativo de la madurez. Esta depende del estado de la fruta en el momento de recolección, de la temperatura y forma de almacenamiento y puede relacionarse con el color externo (Valero, 2007).

Es deseable que las frutas, una vez cosechadas, mantengan un alto grado de resistencia mecánica para protegerlas de los daños durante su manipulación posterior a la cosecha.

2.8.2. Métodos para medida de firmeza

Existen distintas técnicas de medida de firmeza, basadas en diferentes propiedades mecánicas: penetración, compresión, punción, deformación, impacto controlado etc.

En general, en los ensayos tradicionales de firmeza (penetración, punción o compresión) se mide la fuerza que opone la fruta al ser perforada o comprimida cierta profundidad de deformación. Sin embargo el valor absoluto de la fuerza no es un indicador fiable de la dureza en un fruto, por la variabilidad intrínseca de los métodos de ensayo y la cantidad

de factores que afectan a la medida. Resulta mucho más adecuado el uso del cociente (Fuerza máxima / Deformación en F_{max}) = Pendiente de la curva, ya que es más preciso (repetible) y esta menos influido por las imprecisiones del ensayo (Valero y Ruiz *et al.*, 1996). La firmeza se expresa en Newtons de fuerza o en Newtons por cada mm de deformación producida (Dussán *et al.*, 2008).

2.8.3. Ensayo de punción

Es un ensayo similar en el que se introduce una aguja de 0.5 ó 1mm en la fruta, a 20mm/min de velocidad, sin antes quitar la piel. La representación gráfica es análoga a la de la penetración, pero con una caída más brusca de la fuerza al producirse la rotura de la piel. Por ello, en este ensayo se puede relacionar la pendiente (N/mm) de la gráfica hasta rotura con la firmeza de la pulpa, y la fuerza máxima alcanzada (N) con la resistencia opuesta por la piel. (Valero y Ruiz *et al.*, 1996)

Es un ensayo muy adecuado para frutos pequeños o con líquidos internos (albaricoque, tomate, cereza, uva).

2.9. ACTIVIDAD DE AGUA (A_w)

La actividad de agua es uno de los parámetros más importantes en la predicción de la estabilidad de los alimentos, la velocidad de muchos cambios deteriorativos se ha relacionado con este parámetro, ya que determina el agua que en un determinado momento se encuentra disponible para el crecimiento microbiano y el progreso de diferentes reacciones químicas y bioquímicas (Badui, 2006).

2.10. PROPIEDADES QUÍMICAS

El estudio de la composición química de un alimento es el punto de partida para el entendimiento de los procesos metabólicos llevados a cabo en este. De la misma manera ayuda al conocimiento del aporte energético que el alimento puede dar a la dieta diaria, y en un futuro nos indica los tipos de procesos a los que el alimento en estudio puede ser sometido sin sufrir alteraciones graves en su composición y características sensoriales. Por otra parte, el conocimiento de cierta composición química, da un panorama de la funcionalidad biológica que el alimento, puede dar al organismo (Skoog, 2001).

2.10.1. Análisis proximal

A este análisis se le denomina proximal porque no determina sustancias químicamente definibles sino asociaciones químicas que responden a determinadas reacciones analíticas

y que por lo tanto da un índice nutritivo de los alimentos. Dentro de estas asociaciones se menciona:

2.10.1.1. Humedad

La cuantificación de humedad indica la cantidad de agua presente en un alimento. Para su determinación existen los métodos químicos, instrumentales, por destilación y por secado. La cuantificación de humedad por secado se basa en determinar la diferencia en peso de la muestra húmeda menos el peso de la muestra seca, obteniéndose la cantidad de agua total en el alimento (AOAC, 1990).

2.10.1.2. Cenizas

Las cenizas son los residuos inorgánicos de los alimentos que permanecen en la muestra posterior a la ignición u oxidación completa de la materia orgánica. Estas contienen a los macro y microelementos necesarios para el buen funcionamiento del organismo. Para la cuantificación de cenizas existen los métodos de cenizas por secado en plasma a baja temperatura, cenizas en húmedo (oxidación) para muestras con alto contenido de grasas y cenizas en seco. En este trabajo se realizó la cuantificación de cenizas en seco, en donde la muestra seca se carboniza y posteriormente se incinera a 600 °C (AOAC, 1990).

2.10.1.3. Proteínas

Las proteínas son moléculas formadas por unidades de aminoácidos, al igual que los carbohidratos proporcionan 4 kcal/g, y son esenciales para la formación de músculos y tiene acción en la formación de enzimas y anticuerpos. Los métodos para la determinación del contenido de proteínas de un alimento son: el Método de Biuret que se basa en la reacción química del enlace peptídico y posterior medida fotométrica. Método de Lowry, que se basa en la reacción química de determinados aminoácidos de la proteína y posterior medida fotométrica. Medida de la absorción ultravioleta a una determinada longitud de onda. Medida de la turbidez por floculación de la proteína disuelta mediante un precipitante de proteínas; y el método Kjeldahl que determina el contenido de nitrógeno. Este último método es el más utilizado y confiable para la cuantificación de nitrógeno orgánico, está aprobado por organizaciones internacionales. En esta técnica se digieren las proteínas, y otros componentes orgánicos de los alimentos, en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores como sales de cobre, mercurio o selenio. El nitrógeno orgánico total se convierte en sulfato de amonio. La mezcla digerida se

neutraliza con una base, se recolecta con agua para formar hidróxido de amonio y se titula con HCl estandarizado, lo cual se convierte en el nitrógeno de la muestra.

El resultado del análisis representa el contenido de proteína cruda del alimento ya que el nitrógeno también proviene de componentes no proteicos (AOAC, 1990).

2.10.1.4. Grasa

Los lípidos, al igual que los carbohidratos, son la fuente principal de energía en la dieta, 9 kcal/g, y suministran los ácidos grasos esenciales para el crecimiento y desarrollo, así como la promoción de la absorción de las vitaminas liposolubles. Para la determinación cuantitativa de lípidos existen los métodos volumétricos, de extracción por solubilización y de extracción directa con disolventes. Dentro de estos últimos se encuentra la extracción Soxhlet en donde el contenido en lípidos libres, que consisten fundamentalmente de grasas neutras (triacilgliceroles) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con éter de petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua.

El método de extracción por Soxhlet, es un proceso de extracción eficiente que se usa comúnmente para compuestos semivolátiles. Este método genera un volumen de extracto el cual se concentra para cuantificar la porción lipídica (AOAC, 1990).

2.10.1.5. Fibra

La fibra cruda es el remanente de la digestión ácido-alcalina de una muestra desgrasada. La fibra dietaria es importante para el buen funcionamiento del intestino. Para su cuantificación existen diferentes métodos entre los que se encuentran los gravimétricos, químicos y enzimáticos.

La cuantificación de fibra dietaria se lleva a cabo por un método químico, en donde la muestra desgrasada se somete a una digestión ácido-alcalina, cuantificando el remanente que es la fibra cruda (AOAC, 1990).

2.10.1.6. Carbohidratos

Los carbohidratos son la principal fuente de energía para el organismo, ya que proporcionan poco más del 55% requerido. Dada la importancia de estos compuestos se han desarrollado varios métodos para su cuantificación entre los que se encuentran: la refractometría, polarimetría, reducción de cobre, cromatografía de intercambio iónico, HPLC, espectrofotometría con reacciones enzimáticas y colorimétricas. En los análisis

proximales para cuantificar carbohidratos la técnica utilizada es la cuantificación por diferencia como extracto libre de nitrógeno (AOAC, 1990).

Los carbohidratos son el mayor porcentaje del peso seco del material vegetal. Esta es la molécula básica formada durante la fotosíntesis. El agua (H_2O) y el dióxido de carbono (CO_2) se combinan para dar como resultado carbohidratos (CHO) y oxígeno (O_2). Los carbohidratos están presentes en formas simples y complejas. Los carbohidratos simples son los monosacáridos y disacáridos, incluyendo los azúcares glucosa, fructosa y sacarosa. La concentración de azúcares puede aumentar en el proceso de maduración de las frutas. Los carbohidratos complejos o polisacáridos son sintetizados a partir de monosacáridos e incluyen especialmente celulosa y almidón (Jaclavik, 2010).

2.10.2. pH

El pH se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de los iones hidrógenos. También se puede definir como el logaritmo cambiado de signo de la concentración molar de los iones hidrógenos. Por consiguiente, una concentración de ion H_3O^+ de 1×10^{-6} se expresa sencillamente como un pH 6. La concentración del ion OH^- se expresa como el pH es, en realidad, un cambio en 10 veces de la concentración del ion H_3O^+ (Suzanne, 2003).

i. El pH-metro: El pH-metro es un buen ejemplo de un potenciómetro (un instrumento que mide el voltaje a un flujo de corriente infinitesimal). El principio básico de la potenciometría (un método electroquímico de voltametría a corriente nula), supone el uso de una célula electrolítica compuesta por dos electrodos sumergidos en la disolución de ensayo. Se desarrolla un voltaje que depende de la concentración de los iones en la disolución. Puesto que la presencia de una corriente podría alterar la concentración de los iones circundantes, o bien producir reacciones irreversibles, dicho voltaje se mide bajo condiciones tales que el flujo de corriente sea infinitesimal (10^{-12} amperios, o menos).

Para el sistema de medición del pH son necesarios cuatro componentes principales: (1) un electrodo de referencia, (2) un electrodo indicador (sensible al pH), (3) un voltímetro o un amplificador que sean capaces de medir pequeñas diferencias de voltaje en un circuito de muy alta resistencia, y (4) la muestra que está siendo analizada (Suzanne, 2003).

2.10.3. La acidez valorable

La acidez valorable de un alimento se determina por medio de una volumetría ácido-base, para medir la concentración total de los ácidos. Dichos ácidos son, en su mayor parte, ácidos orgánicos (por ejemplo, el cítrico, el málico, el láctico, el tartárico), aunque el ácido fosfórico es un ácido inorgánico que, algunas veces, se añade a los alimentos. Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor (es decir, en la aspereza), el color, la estabilidad microbiana y en la calidad de conservación.

La acidez valorable de las frutas se utiliza, junto con el contenido en azúcares, como un indicador de su grado de maduración. Aunque los ácidos orgánicos pueden encontrarse presentes de forma natural en el alimento, también pueden ser formados mediante la fermentación o ser añadidos durante la formulación y el procesado. Para determinar la acidez valorable, se valora un volumen (o un peso) conocido de una muestra alimentaria frente a una base valorada, bien sea hasta un punto final señalado por el pH o bien hasta el de la fenolftaleína (Suzanne, 2003).

El volumen de agente valorante consumido, junto con la normalidad de la base y el volumen (o el peso) de la muestra, se utilizan para calcular la acidez valorable, expresada en términos del ácido orgánico predominante (Suzanne, 2003).

Cálculo de la acidez titulable

En la química general, la fortaleza de un ácido se presenta, con frecuencia, en términos de la normalidad (los equivalentes por litro), y puede ser calculada haciendo uso de la ecuación $N_{\text{valorante}} V_{\text{valorante}} = N_{\text{muestra}} V_{\text{muestra}}$, donde N es la normalidad y V el volumen (en mililitros). Sin embargo, los ácidos alimentarios se declaran, habitualmente, como un porcentaje sobre el peso total de la muestra. De esta manera, la ecuación para la acidez valorable es como sigue:

$$\% \text{ de ácido (m/m)} = \frac{N \times V \times \text{pesoEq}}{W \times 1000} \times 100$$

Dónde:

N= normalidad del agente valorante habitualmente NaOH (en mEq/mL)

V= volumen consumido del agente valorante (en mL)

Peso Eq= peso equivalente del ácido predominante (en mg/mEq)

W= masa de la muestra (g) o V, volumen de la muestra si se trata de líquidos.

1.000= factor de conversión de los mg a gramos (mg/g)

Contenido de ácidos en los alimentos

La mayor parte de los alimentos son tan complejos químicamente como la vida misma. Como tales, contienen la dotación completa de los ácidos del ciclo de Krebs (y sus derivados), los ácidos grasos y los aminoácidos. Teóricamente, todos y cada uno de ellos contribuye a la acidez valorable. La valoración rutinaria no es capaz de distinguir entre los ácidos individuales. Por consiguiente, la acidez valorable se expresa habitualmente en términos del ácido predominante. Para la mayoría de los alimentos, esto es inequívoco. En algunos casos, se encuentran presentes dos ácidos en grandes concentración y el ácido predominante puede cambiar con el grado de maduración.

En las uvas, con frecuencia el ácido málico predomina antes de la maduración mientras que, típicamente, el ácido tartárico predomina en el fruto maduro. En las peras, se observa un fenómeno similar con los ácidos málico y cítrico. Afortunadamente, los pesos equivalentes de los ácidos alimentarios comunes son bastante parecidos. Por consiguiente, el porcentaje de la acidez valorable no se ve afectado sustancialmente por una predominancia mixta o una elección incorrecta del ácido predominante (Suzanne, 2003). El rango de concentraciones de los ácidos en los alimentos es muy amplio. Los ácidos pueden estar presentes a niveles por debajo de los límites de detección o pueden ser la sustancia preponderante presente en el alimento. La contribución de los ácidos al sabor y la calidad de los alimentos no vienen dadas solamente por el contenido de ácidos. La aspereza de los ácidos se ve reducida por los azúcares. Consecuentemente, la proporción Brix/ácido (a menudo denominada, sencillamente, “la proporción” es, habitualmente, un mejor indicador del impacto de un ácido sobre el gusto, que no el Brix o el ácido por si solos. Los ácidos tienden a decrecer con la maduración de la fruta, a la vez que aumenta el contenido en azúcares. Por consiguiente, la proporción Brix/ácido se utiliza, con frecuencia, como un índice del grado de maduración de la fruta. Además, dicha proporción también se puede ver afectada por el clima, la variedad y las costumbres de la horticultura. Los ácidos cítrico y málico son los ácidos más comunes en las frutas y la mayor parte de las verduras; sin embargo, las verduras de hoja pueden contener, además, cantidades significativas de ácido oxálico (Suzanne, 2003).

Cuadro n° 04. La composición en ácidos y los °brix de algunas frutas de importancia comercial

Fruta	Acido principal	Porcentaje típico de ácidos	°Brix típicos
Manzanas	Málico	0.27-1.2	9.12-13.5
Cerezas	Málico	0.47-1.86	13.4-18.0
Pomelos	Cítrico	0.64-2.10	7-10
Uvas	Tartárico/málico(3:2)	0.84-1.16	13.3-14.4
Limonos	Cítricos	4.2-8.33	7.1-11.9
Limas	Cítrico	4.9-8.3	8.3-14.1
Naranjas	Cítrico	0.68-1.20	9-14
Peras	Málico/cítrico	0.34-0.45	11-12.3
Ananás	Cítrico	0.78-0.84	12.3-16.8
Frambuesas	Cítrico	1.57-2.23	9-11.1
Fresas	Cítrico	0.95-1.18	8-10.1
Tomates	Cítrico	0.2-0.6	4

Fuente: Suzanne (2003). Análisis de los alimentos.

Los ácidos orgánicos contribuyen a la lectura refractométrica de los sólidos solubles. Cuando los alimentos son vendidos basándose en los “pound solids” (libras de sólidos solubles, incluyendo los azúcares y el ácido, por caja de cítricos; de 90lb, en el caso de naranjas), las lecturas de los grados brix se corrigen, algunas veces, considerando el contenido en ácido. Para el ácido cítrico, se añaden 0.20 °brix por cada punto porcentual de la acidez valorable.

2.11. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial de alimentos es una técnica en la ciencia de los alimentos que estudia las características organolépticas de los alimentos a través de las respuestas de un grupo de personas, panel de personas o consumidores, y así aportar objetividad a estas percepciones. Estudia estadísticamente los datos proporcionados por los consumidores. (Dijksterhuis y Byrne, 2005).

El Institute of Food Technologists (IFT) en 1975 definió a la evaluación sensorial como: “una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones de aquellas características de los alimentos y materiales tal como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y audición”.

Está constituida por dos partes: el análisis sensorial y el análisis estadístico. El primero tiene por finalidad recabar correctamente las percepciones de un jurado o panel de evaluadores (parte subjetiva) y el segundo, transforma y analiza los datos (parte objetiva). La evaluación sensorial es multidisciplinaria, recurre a diferentes ramas como: psicología, química, fisiología, estadística. Por esta razón, su aplicación está recibiendo mayor reconocimiento y ha madurado notablemente en los últimos años. Se utiliza en la industria alimentaria, la perfumería, la farmacéutica, la industria de pinturas y tintes, entre otras. El fundamento del análisis sensorial es que la calidad sensorial de un producto es percibida por el hombre como el resultado de varios estímulos como se muestra en la siguiente figura. De allí deriva la necesidad de descomponer y estudiar esa conducta o respuesta (Lawlees, 2010).

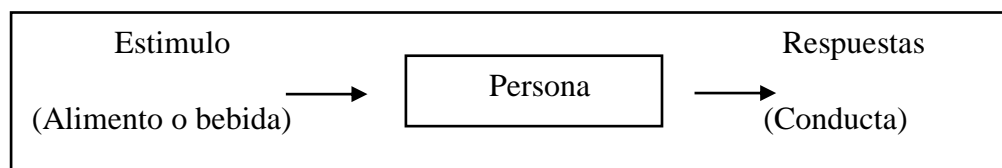


Figura n° 02. Impacto sensorial en el comportamiento humano

Algunas aplicaciones del análisis sensorial se detallan a continuación:

- Determinación de normas, criterios de calidad para la clasificación y evaluación de productos.
- Control de calidad de productos determinando referencias sensoriales de los mismos.
- Evaluación de nuevos cambios en un proceso.
- Determinación de la estabilidad de un producto durante las distintas condiciones de almacenamiento.
- Desarrollo de nuevos productos a través del diseño y aplicación de pruebas sensoriales.
- Correlación entre los parámetros sensoriales, físicos, químicos, mecánicos, etc.

- Percepción humana-discriminativa, es decir, determinar si las adiciones o extracciones mínimas de ingredientes son percibidas significativamente por el consumidor.

2.11.1. Los sentidos y las propiedades sensoriales

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que son percibidos por nuestros sentidos. En la siguiente tabla se aprecia las propiedades sensoriales más comunes relacionadas a cada sentido humano. (Bravo *et al.*, 2011).

A continuación, se describe cada propiedad sensorial:

2.11.1.1. El color

Es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. Los cuerpos blancos reflejan la luz de todas las longitudes de onda, los cuerpos negros absorben todas las longitudes de onda. La medición del color se puede hacer utilizando escalas de color de manera visual o mediante un colorímetro. El color puede influir en la percepción de otro sentido, por ejemplo: un color desagradable puede ser asociado con un sabor desagradable.

Esta propiedad tiene tres características:

- El tono que es el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejada.
- La intensidad que depende de la concentración de las sustancias colorantes dentro de un objeto.
- El brillo que depende de la cantidad de luz que es reflejada por un cuerpo, en comparación con la luz que incide sobre él.

2.11.1.2. La apariencia o impresión visual

Es el aspecto exterior que muestran los alimentos, como expresión resultante del color, el tamaño, la forma y el estado del alimento.

2.11.1.3. El olor

Es la percepción por el olfato de sustancias volátiles liberadas por los objetos. Existe una relación especial entre el olor y el tiempo de percepción. Después de haber retirado una sustancia olorosa, el olfato aún es capaz de percibir el olor por cierto tiempo. Es por esto, que en las pruebas sensoriales de alimentos, los ambientes deben ventilarse. Las pruebas

de medición de olores deben ser rápidas porque las personas se acostumbran a los olores después de un determinado tiempo.

2.11.1.4. El aroma

Se refiere a la percepción de un alimento oloroso después de colocarse en la boca. La muestra es disuelta en la mucosa del paladar y faringe y llega a los centros sensores del olfato, es decir, el aroma no es detectado en la nariz sino en la boca. El aroma es una de las propiedades más importantes de los alimentos.

2.11.1.5. El gusto

Puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo o una combinación de los cuatro. Esta propiedad es percibida por el órgano de la lengua. La habilidad de las personas para detectar cualquier tipo de gusto servirá para que participen en pruebas de sabor.

2.11.1.6. El sabor

Esta propiedad combina tres propiedades: el olor, el aroma y el gusto. De allí que su evaluación sea compleja de medir. El factor diferenciador entre un alimento y otro está en el sabor. Ésta es la razón por la cual es necesario que los jueces evaluadores tengan su nariz, garganta y lengua en buenas condiciones.

2.11.2. Pruebas sensoriales

Una prueba sensorial es el procedimiento que se lleva a cabo en la evaluación sensorial de alimentos mediante la cual se recaba, de manera ordenada y sistemática, información producto de las observaciones o percepciones humanas dentro de un panel de evaluadores (Grandez, 2008).

En el Cuadro n° 05 se presenta los tres tipos de pruebas sensoriales y algunos aspectos a tener en cuenta en cada una de ellas.

Cuadro n° 05. Características de las pruebas sensoriales

	Afectiva	Discriminativa	Descriptiva
Objetivo	Determinar si el evaluador gusta o disgusta, acepta o rechaza, o prefiere una muestra sobre otra.	Determinar las diferencias entre las muestras y su respectiva magnitud.	Determinar la magnitud de los atributos sensoriales
Pregunta	¿Qué tanto gusta o prefiere cada muestra?	¿Las muestras son diferentes?	¿Cómo difieren las muestras en cada atributo sensorial?
Tipos	De preferencia	Comparación pareada simple	Calificación con escalas no estructuradas
	Medición del grado de satisfacción	Triangular	Calificación por medio de escalas de intervalo.
	Aceptación	Dúo-trío	Calificación por medio de escalas estándar.
		Comparaciones múltiples	Estimación de magnitud.

Fuente: Grandez, (2008).

III. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente proyecto de tesis fue desarrollado en los siguientes laboratorios:

Caracterización físico-química, en cuanto a la determinación de sólidos solubles, pH, Actividad de agua, acidez titulable, tasa de respiración, análisis de textura, congelado y almacenado en el Laboratorio de Poscosecha en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano.

Caracterización física en cuanto al color y el proceso de deshidratación osmótica, En el Laboratorio de Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano.

Caracterización Químico-proximal, en el Laboratorio de Nutrición de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional del Altiplano.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

El material vegetal utilizado para la investigación fueron los frutos Humpikusawa, que fueron recolectados en la provincia de Carabaya, distrito de Corani, Comunidad Quelcaya en la propiedad denominada “Ancassi”, la cual está situada según sistema PSAD 56 en la Zona 19L - X 0311636 Y 8458710 del sistema de coordenadas UTM, y las muestras se tomaron a los 4590 m.s.n.m., 4666 m.s.n.m., 4731 m.s.n.m., 4800 m.s.n.m. y 4901 m.s.n.m, estos se colocaron en clamsells de polipropileno y fueron transportados en coolers a la ciudad de Puno, para los respectivos análisis y almacenamiento. Los frutos fueron observados aproximadamente durante 2 años con la finalidad de describir los diferentes eventos fenológicos que se dan en esta especie vegetal dentro de su ecosistema natural y así permitirnos obtener información para la eficiente ejecución de nuestra investigación. La descripción del rendimiento de fruto Tabla N° 65, datos meteorológicos Tabla N° 66 y la descripción de los estados fenológicos Tabla N° 67, se muestran en el ANEXO N° 04.

3.3. EQUIPOS Y MATERIALES

3.3.1. Para el Primer Objetivo:

3.3.1.1. Para determinar las características fisicoquímicas

Para la Tasa respiratoria:

- Sensor de CO₂ marca Multilog.
- Tarjeta de adquisición de datos NIDAQ 8.5.
- Laptop. Procesador Intel core i5-4200U 1.6 GHz, memoria RAM: 4GB.
- Frasco de vidrio, de boca angosta, tapa con cierre hermético y una capacidad de 1000 ml.

Para la Acidez titulable:

- Titulador Potenciómetro Schott modelo CG-840B.
- Balanza analítica A&D GR-120, cap. 120gr.
- Vasos de precipitado de 10 ml.
- Matraz Erlenmeyer de 100 ml.
- Reactivos: NaOH 0,1 N y fenolftaleína 0.1%.

Para el pH:

- pH-metro model: HI83141, HANNA INSTRUMENTS.
- Vasos de precipitado de 10 ml.

Para sólidos solubles:

- Refractómetro manual Leica auto ABBE con escala de 0-32 % a 23°C.

Para la Textura:

- Texture Analyzer BROOKFIELD CT3, adaptado con punzón cilíndrico de 2 mm de diámetro.

Para el Color:

- Caja de muestra 0.2 x 0.2 x 0.45 m de material madera.
- Regla metálica de 15 cm.
- Tela negra de 20 x20 cm.

- Calibre digital 6" (150 mm) marca Stanley
- Cámara fotográfica digital D7000 4F – S DX con objetivo micro Nikkor 40 mm marca Nikon.
- Computador Intel (R) Core (TM) i5-4200 CPU@ 1,6 GHz
- SOFTWARE:
- Camera Control Pro 2 versión 2.8.001
- MATLAB® (The Language of the Technical Computing) versión 7.14.0.739

Para la Aw:

- Higrómetro AquaLab 4TE con control de temperatura y con ± 0.001 de precisión.

3.3.1.2. Para determinar las propiedades químico-proximales

Para la determinación de la Humedad:

- Estufa al vacío con presión de vapor máxima de 100 mm Hg y 70°C, Model: 1.9 pies³, BINDER ED 53-UL.
- Capsulas de porcelana, Haldenwanger, capacidad 40 ml.
- Balanza de precisión de 0.001gr.

Para la determinación de Ceniza:

- Horno de incineración (mufla) OMH180, (170l. /6.1cu.ft), 3360W.
- Crisoles de porcelana, baja de 25 ml.
- Balanza de precisión Tscale, capacidad 1500g, de precisión 0.001g,
- Desecador de vidrio, modelo Mobilex, 250 mm de diámetro, volumen 10.5 L.

Para la determinación de Proteína Total:

- Aparato de destilación de Kjeldahl, modelo RS-1, potencia 1000 W.
- Balones de digestión, 12.5 diámetro, 100 ml.
- Erlenmeyer de 10 ml.

- Bureta de 15 ml.
- Balanza de precisión de 0.001gr.
- Reactivos: Ácido sulfúrico concentrado, Catalizador (Sulfato de potasio + sulfato de cobre), Ácido bórico: Indicador de pH y Ácido clorhídrico 0.05N.

Para la determinación de Grasa Total:

- Un extractor Soxhlet, de vidrio borosilicato 500 ml-LBG 3.3, 1000 ml de matraz fondo plano.
- Papel filtro de 11 cm de diámetro cuantitativo (Whatman N° 40).
- Matraz de 20 ml.
- Estufa 110°C, Model: 1.9 pies³, BINDER ED 53-UL.
- Balanza de precisión de 0.001gr.
- Reactivos: Solvente orgánico (hexano-éter) 250ml.

Para la determinación de Fibra cruda:

- Bomba de vacío DINKO, 220V / 50-60Hz.
- Papel filtro de 11 cm de diámetro cuantitativo (Whatman N° 40)..
- Erlenmeyer con refrigerante 250 ml.
- Capsula de porcelana Haldenwanger, capacidad 40 ml.
- Mufla FB 1400M, capacidad de 1.3 l. y 120 V.
- Balanza de precisión de 0.001g.
- Reactivos: Ácido sulfúrico 1.25%, Hidróxido de sodio 1.25%, Etanol y agua destilada.

3.3.1.3 Para determinación de Propiedades Sensoriales

-Tabla Hedónica:

Sabor (Dulzor, Acidez, Astringencia, Característico).

Color

Aroma

Apariencia General

El rango de calificación es diferente para cada atributo, como se muestra en la tabla hedónica en el Anexo N° 05.

-Muestras; 3 frutos por panelista.

-Panelistas; 15

3.3.2. Para el Segundo Objetivo:

3.3.2.1. Para determinar las características fisicoquímicas

Para la Acidez titulable:

-Titulador Potenciómetro Schott modelo CG-840B.

- Balanza analítica A&D GR-120, cap. 120gr.

- Vasos de precipitado de 10 ml.

-Matraz Erlenmeyer de 100 ml.

- Reactivos: NaOH 0,1 N y fenolftaleína 0.1%.

Para el pH:

-pH-metro model: HI83141, HANNA INSTRUMENTS.

- Vasos de precipitado de 10 ml.

Para sólidos solubles:

-Refractómetro manual Leica auto ABBE con escala de 0-32 % a 23°C.

Para la Textura:

-Texture Analyzer BROOKFIELD CT3, adaptado con punzón cilíndrico de 2 mm de diámetro.

Para el Color:

-Caja de muestra 0.2 x 0.2 x 0.45 m de material madera.

-Regla

-Tela negra

-Calibre digital 6" (150 mm) marca Stanley

-Cámara fotográfica digital D7000 4F – S DX con objetivo micro Nikkor 40 mm marca Nikon

-Computador Intel (R) Core (TM) i7-2600 CPU@ 3,40 GHz

-SOFTWARE:

-Camera Control Pro 2 versión 2.8.001

-MATLAB® (The Language of the Technical Computing) versión 7.14.0.739

Para la Aw:

-Higrómetro AquaLab 4TE con control de temperatura y con ± 0.001 de precisión.

3.3.2.2 Para determinación de Propiedades Sensoriales

-Tabla Hedónica:

Sabor (Dulzor, Acidez, Astringencia, Característico).

Color

Aroma

Apariencia General

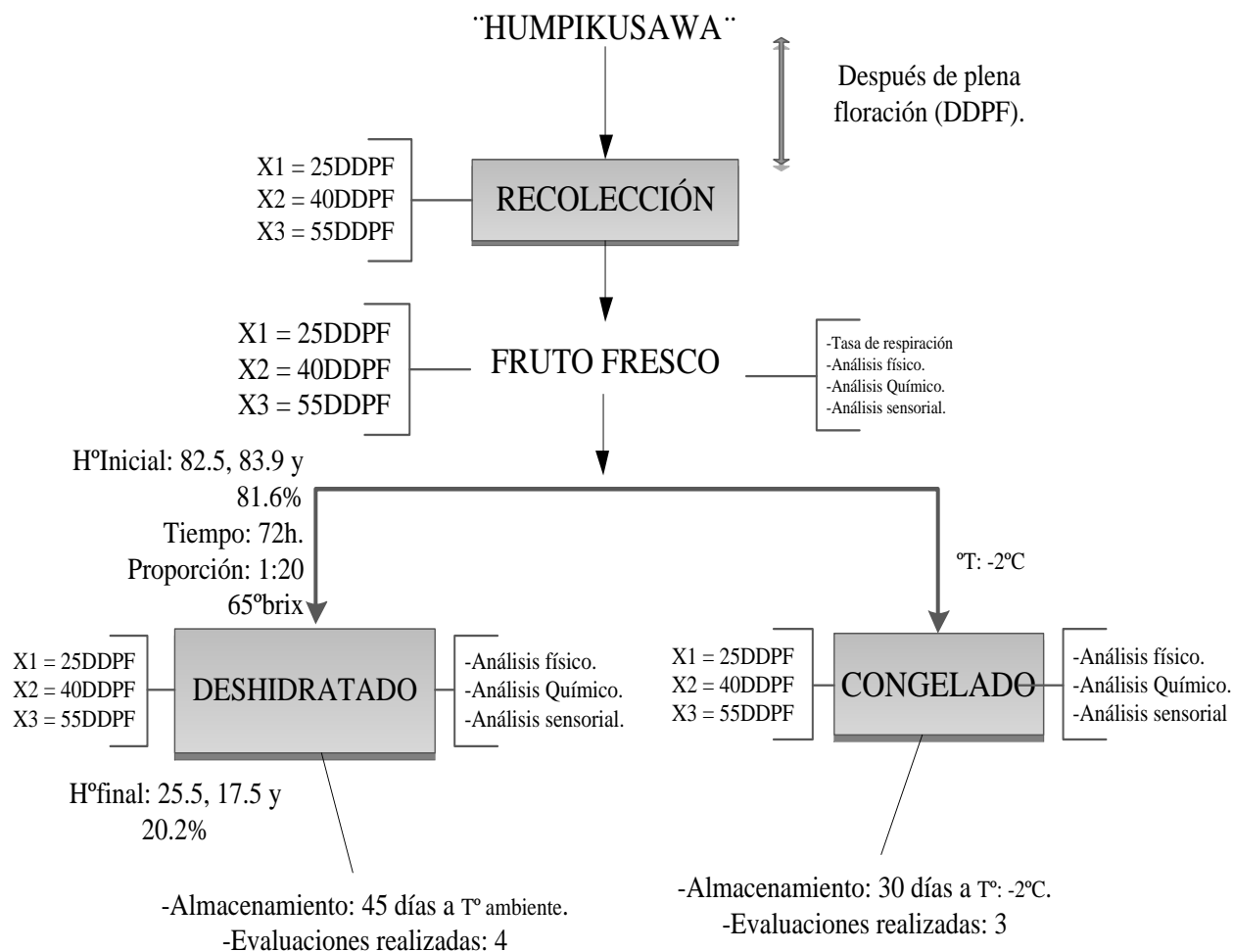
El rango de calificación es diferente para cada atributo, como se muestra en la tabla hedónica en el Anexo N° 05.

-Muestras; 3 frutos por panelista.

-Panelistas; 15

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Gráfico n° 01. Flujograma general de experimentación



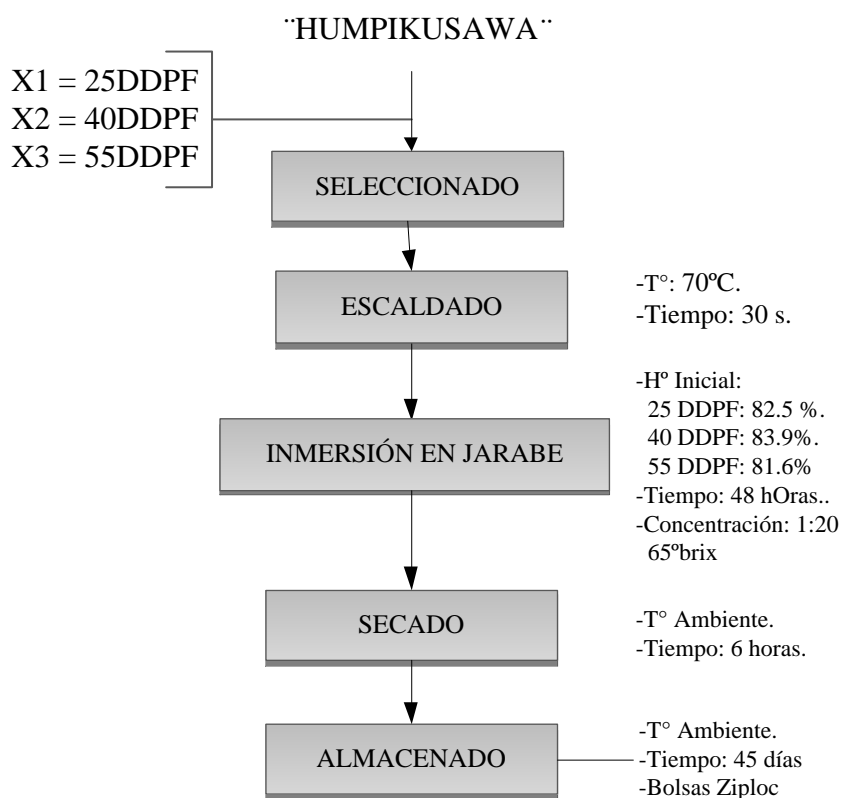
3.4.1. Recolección

Se recolectaron los frutos según los días después de plena flor (DDPF) de 25, 40 y 55; para evaluar sus propiedades físicas (textura, color, Aw, forma, peso, diámetro y área superficial), propiedades químicas (humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra, carbohidratos, Tasa de respiración, acidez titulable, pH y sólidos solubles) y sensoriales (sabor, color, aroma y apariencia).

3.4.2. Deshidratación osmótica

Las operaciones seguidas para realizar la deshidratación por osmosis de los frutos silvestres se describen a continuación en el Flujograma presentado en el Gráfico N° 02.

Gráfico n°02. Flujograma de obtención del fruto deshidratado por ósmosis



-Selección: Se hizo la limpieza de los frutos de forma manual, retirando impurezas tales como, inflorescencias y restos de hojas. Y paralelo se hizo la selección de los frutos con mejores condiciones apartando los que pudieron haber sufrido algún daño durante la recolección y transporte del lugar de origen hasta la ciudad de Puno.

-Escaldado: Para el escaldo se sumergió los frutos silvestres en agua a 70 °C por 30s, escurriéndose luego y sometiéndole a agua fría.

-Inmersión en Jarabe: Como solución osmótica o agente deshidratante al cual se ha expuesto las frutas es el azúcar (sacarosa) el cual llegó a 65°Brix, antes de realizar la inmersión se retiró el pedúnculo del fruto con el fin de aumentar la velocidad de deshidratación. Preparado el jarabe, se colocó en balones de vidrio de 500 ml en el cual se sumergió, durante 48 horas a temperatura ambiente.

-Extracción y Enjuague: La fruta entera, se extrajo del jarabe una vez finalizado el tiempo de inmersión. Al retirarlas, se analizó la reducción de su contenido de humedad y el aumento del contenido de sólidos. Luego se realizó el enjuague para quitar los restos de jarabe que pueda contener la fruta en la superficie.

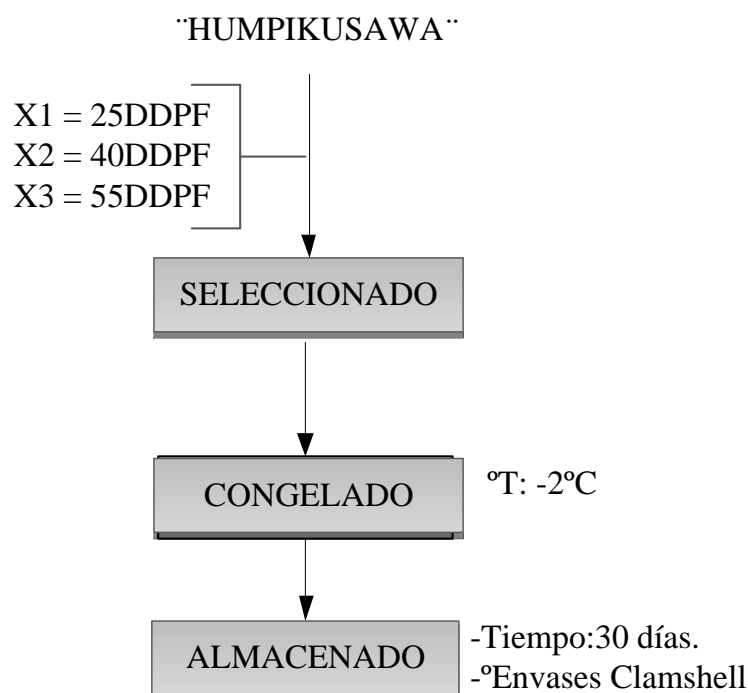
-Secado: Debido a que las frutas deshidratadas osmóticamente aún contenían niveles de humedad de 25 DDPF: 25.5%, 40 DDPF: 17.5% y 55 DDPF: 20.2, se aplicó el proceso de secado complementario, fueron secados bajo sol pero protegidos de los rayos solares directos durante 6 horas.

-Almacenado: Se almaceno durante 45 días a temperatura ambiente, en bolsas ziploc, analizándose cada 15 días los Sólidos solubles, pH, Acidez titulable, Actividad de agua, color y el análisis sensorial se hizo en estas mismas fechas.

3.4.3. Congelación

Las operaciones seguidas para realizar la congelación de los frutos silvestres se describen a continuación en el Flujograma presentado en el Gráfico N° 03.

Gráfico n°03. Flujograma de obtención del fruto congelado



-Selección: Se hizo la limpieza de los frutos en forma manual, retirando impurezas tales como, inflorescencias y restos de hojas. Y paralelo se hizo la selección de los frutos con mejores condiciones apartando los que pudieron haber sufrido algún daño durante la recolección y transporte del lugar de origen hasta la ciudad de Puno.

-Congelado: Para el congelado se pesaron 100 g de fruto por cada tiempo de cosecha, y se depositaron en envases Clamshell.

-Almacenado: Se almaceno durante 30 días, en envases Clamshell a -2 °C, analizándose cada 15 días los sólidos solubles, pH, acidez titulable, Actividad de agua, color y los tiempos para el análisis sensorial fueron los mismos.

3.5. FACTORES EN ESTUDIO

PRIMER OBJETIVO:

VARIABLES DE ESTUDIO: Propiedades fisicoquímicas y sensoriales durante desarrollo fisiológico (25, 40 y 55 días de plena floración)

VARIABLES DE RESPUESTA:

Tasa de respiración (mgCO₂/Kg/h.)

Acidez titulable (%)

pH

Sólidos Solubles (%)

Textura (Firmeza N/mm²)

Color (L, ±a* y ±b*)

Actividad de agua (Aw)

Forma (φ)

Peso (g)

Área superficial (mm²)

Químicos proximales

Humedad (%)

Grasa (%)

Ceniza (%)

Proteína (%)

Carbohidratos (%)

Fibra (%)

Propiedades sensoriales.

Sabor (Dulzor, Acidez, Astringencia, Característico)

Color

Aroma

Apariencia general

SEGUNDO OBJETIVO:

Para fruto deshidratado por osmosis

- Variables de estudio: Propiedades fisicoquímicas y sensoriales durante el almacenamiento en estado deshidratado (25, 40 y 55 días después de plena floración; 0, 15, 30 y 45 días de almacenamiento).
- Variables de respuesta

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aw ✓ Acidez titulable (%) ✓ pH ✓ Sólidos Solubles (%) ✓ Color (L, $\pm a^*$ y $\pm b^*$) ✓ Propiedades sensoriales. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sabor (Dulzor, Acidez, Astringencia, Característico) ✓ Color ✓ Aroma ✓ Apariencia general
--	--

Para fruto congelado

- Variables de estudio: Propiedades fisicoquímicas y sensoriales durante el almacenamiento en estado congelado (25, 40 y 55 días después de plena floración; 0, 15 y 30 días de almacenamiento).
- Variables de respuesta

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aw ✓ Acidez titulable (%) ✓ pH ✓ Sólidos Solubles (%) ✓ Color (L, $\pm a^*$ y $\pm b^*$) ✓ Propiedades sensoriales. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sabor (Dulzor, Acidez, Astringencia, Característico) ✓ Color ✓ Aroma ✓ Apariencia general
--	--

3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.6.1. Técnica para determinación de tasa de respiración

Se hizo uso de un respirómetro que indica la producción de carbono (CO_2), por medio del intercambio gaseoso del fruto durante el proceso de respiración, inicialmente se secó toda la humedad externa y se seleccionó la muestra, 500 g por cada tiempo de cosecha.

Estas muestras se depositaron en la cámara de respiración, sellándola de forma hermética y se puso en marcha el equipo, durante 1 h por muestra, el equipo contaba con una tarjeta de adquisición de datos con interfaz al Software Laview, cuyos datos se registraban en el programa y pudieron ser recuperados en un archivo de hoja electrónica de Excel.

3.6.2. Análisis Físicoquímico

Para la determinación de las diferentes propiedades físicoquímicas, se tomaron muestras del fruto objeto de investigación, según los Días de Cosecha estudiados. Las tablas que describen el método utilizado para la determinación de las diferentes propiedades físicoquímicas, son a partir de las tablas de la AOAC (1995).

3.6.2.1. pH

Para hallar el pH se sumergió el electrodo en un vaso precipitado con 5 ml de muestra, cubriéndolo y se hizo la medición, luego de la lectura se retiró el electrodo para lavarlo con agua destilada.

3.6.2.2. Contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$)

Para la determinación de sólidos solubles se obtuvo 3 ml de zumo de cada muestra, con una barilla de vidrio se colocó directamente en los prismas del refractómetro y se efectuó la lectura, según el Método 932.12 de la AOAC (1995).

3.6.2.3. Acidez titulable (%AT)

Para determinar la acidez titulable se realizó con muestras diluidas a 1:1, se obtuvo 5ml de extracto de los frutos y se aforó a 10ml con agua destilada, a esta dilución se añadió 3 gotas de fenolftaleína y se tituló con NaOH 0.1 N. La acidez titulable se calculó en función del ácido málico (ácido referencial), y se expresó como porcentaje en relación al volumen de jugo para 100 g de fruto, según el Método 942.15 de la AOAC (1995).

Los resultados se expresaron como porcentaje del ácido predominante en la fruta analizada, siendo el ácido málico para berries.

Cálculos

$$\% AT = \frac{V_b}{V_m} \times N \times K \times 100$$

Dónde:

% AT = Porcentaje de acidez total

V_b : Volumen gastado de la base para la titulación (ml)

N_b : Concentración de la base (meq/ml) V_m : Volumen de la muestra (ml)

K: Peso equivalente del ácido málico (0.067g/meq)

3.6.2.4. Actividad de agua (A_w)

Para la determinación de la actividad de agua, se pesó 5 g por muestra y se colocó en una celda durante 10 min por muestra, y se hizo la lectura en el equipo por triplicado, según el Método AOAC 978.18.

3.6.2.5. Índice de madurez (IM)

Este es la relación existente entre el porcentaje sólidos solubles de la muestra y su porcentaje de acidez total (Galvis, 1992).

Cálculo:

$$IM = \frac{\%SS}{\%AT}$$

Donde:

IM = Índice de madurez

%SS: porcentaje de sólidos solubles.

%AT: Porcentaje de acidez total.

3.6.2.6. Peso (g)

Para determinar este indicador se pesaron 3 frutos por separado de cada tiempo de cosecha en balanza analítica, según el Método AOAC 968.30.

3.6.2.7. Área Superficial

El área superficial se determinó por medio de planimetría: se tomó el material vegetal, se peló tratando de sacar tiras de cáscara, estas se dibujan sobre un papel milimetrado y luego se midió el área total de la muestra según el Método propuesto por Reyes *et al.*, (2007).

3.6.2.8. Diámetro

Para hallar el diámetro se hizo medidas transversales de los frutos.

3.6.2.9. Forma

Para determinar la forma del fruto se realizó mediciones ortogonales como: Longitud (L), ancho (W) y espesor (T) y con los mismos se aplicó la siguiente ecuación.

$$\Phi = LWT^{1/3}$$

3.6.2.10. Textura

Para la medida de la textura, se aplicaron pruebas de compresión unidireccional usando una sonda cilíndrica de acero inoxidable de 3 mm de diámetro, mediante texturómetro CT3 Texture Analyze a velocidad de test 1mm/s, Para el ensayo los frutos se colocaron sobre una plataforma para que sea penetrado por la punta en su zona ecuatorial, registrándose los datos a partir de la aplicación de la fuerza en gramos inicial hasta la máxima necesaria para penetrar las muestras, repitiéndose este procedimiento para cada muestra de los diferentes tiempos de cosecha.

3.6.2.11. Color

La determinación del color primero se realizó para frutos frescos, y también durante el almacenamiento de los frutos deshidratados y congelados para los diferentes tiempos de cosecha (25 DDPF, 40 DDPF y 55DDPF), mediante análisis de imágenes.

- Adquisición de imágenes

La imagen digital de Humpikusawa se obtuvo mediante un sistema de adquisición de imágenes. El sistema consiste en una caja de color negro con un soporte para la cámara digital modelo NIKON D7000 con objetivo micro Nikkor 40 mm (Figura N° 04). El manejo remoto de la cámara se realizó mediante el software Camera Control Pro 28 (versión 2.8.001), conectado al puerto USB de la computadora, las

imágenes fueron capturadas a su máxima resolución (4928 x 3264). A continuación se presentan los ajustes realizados en la cámara fotográfica:

- Ajustes de Disparo
- Flash: Apagado obligatorio
- Velocidad ISO: ISO – 100
- Diagrama: f/17
- Modo de medición: Matricial
- Modo de enfoque: AF – S
- Tamaño/ Calidad: Buena
- Distancia focal: 40 mm

El color de las muestras cosechadas en diferentes días durante el desarrollo fisiológico del fruto silvestre se obtuvo por el procesamiento de imágenes en MatLab, las coordenadas rectangulares CIE-L*a*b*, donde L* es la luminosidad (0, negro; 100, blanco), y a* indica la proporción de componente rojo-verde en el color medido, para valores positivo y negativo respectivamente y, de forma similar, b*, para el componente amarillo-azul (Hutchings, 1999).

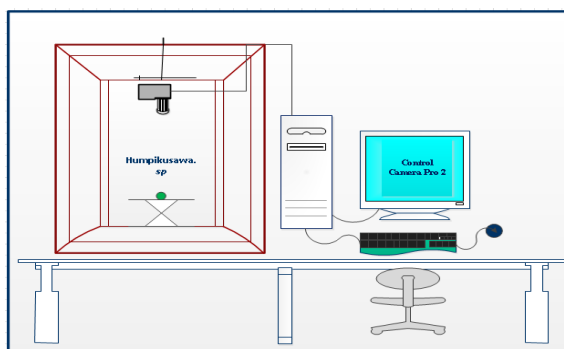


Figura n° 03. Sistema de adquisición de imágenes.

3.6.3. Determinación del análisis Químico Proximal

La determinación del contenido de humedad, materia grasa, carbohidratos, fibra, ceniza, proteína se realizó de acuerdo a los métodos citados por la AOAC (1990), para los frutos frescos de los diferentes días de cosecha (25 DDPF, 40 DDPF y 55 DDPF).

3.6.3.1. Determinación de Humedad

La determinación de humedad se hizo siguiendo el método gravimétrico por la pérdida de peso de la muestra al someterse a calentamiento en estufa en condiciones determinadas, hasta peso constante, método 925.23 de la AOAC (1990).

Los cálculos se hicieron como sigue:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{(P_1 - P_2)}{P} \times 100$$

Dónde:

P_1 = Peso inicial.

P_2 = Peso final.

3.6.3.2. Determinación de Cenizas

Según el método 942.05 de la AOAC (1990). Para la determinación de cenizas se utilizó el método gravimétrico, basado en la incineración de la materia orgánica y obtención de residuos a una temperatura de 600°C, hasta peso constante. Cuya fórmula es la siguiente:

$$C = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Dónde:

C = Contenido de cenizas en %.

m = Masa inicial de la muestra en gramos.

m_1 = masa gramos del crisol.

m_2 = masa gramos del crisol más cenizas.

3.6.3.3. Determinación de Grasa

Según el método 961.15 de la AOAC (1990). La determinación de grasa se realizó por el método de Soxhlet, de extracción de grasas, para lo cual se hidrolizó la muestra con ácido clorhídrico diluido. La masa obtenida conteniendo las materias grasas se extrajo con éter, el solvente se evaporara y el residuo se pesara.

Cuya fórmula es la siguiente:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{Peso matraz grasa} - \text{Peso matraz vacío}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

3.6.3.4. Determinación de fibra cruda

Según el método 962.09 de la AOAC (1990), la muestra exenta de grasa se trató con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de potasio de concentraciones conocidas. El residuo se separó por filtración, fue lavado, desecado y se pesó el residuo insoluble, determinado posteriormente su pérdida de masa por calcinación a 550°C.

Cuya fórmula es la siguiente:

$$\% \text{ Fibra bruta} = \frac{P_1 - P_2}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

3.6.3.5. Determinación de Proteína total

Para su análisis se utilizó el método AOAC 954.01.

Se pesó 0.300 gramos de muestra, luego se agrega un gramo de catalizador de oxidación (mezcla de sulfato de potasio y sulfato de cobre) para acelerar la reacción, limpiar con un poco de agua el cuello del balón de digestión, agregar 2.5 ml de ácido sulfúrico concentrado y colocar el balón en la cocina de digestión. La digestión terminó cuando el contenido del balón fue completamente cristalino.

Colocar la muestra digerida en el aparato de destilación, agregar 5 ml de hidróxido de sodio concentrado e inmediatamente conectar el vapor para que se produzca la destilación. Conectar el refrigerante y recibir el destilado en un Erlenmeyer conteniendo 5 ml de la mezcla de ácido bórico más indicadores de pH. La destilación terminó cuando ya no paso más amoníaco y hay viraje del indicador, luego se procede a la titulación con ácido clorhídrico valorado (aprox. 0.05N). Anotar el gasto.

Cálculo:

$$\%N = \frac{\text{ml HCl} \times \text{Normalidad} \times \text{Mili. equivalente de N}}{\text{Gramos de muestra}} \times 100$$

3.6.3.6. Determinación de carbohidratos

Por la suma de los otros componentes y la diferencia de 100

3.6.4. Análisis Sensorial

Para la evaluación del fruto fresco Se prepararon en total 45 vasos codificados para 15 jueces o panelistas. El fruto en tres días de cosecha, 15 de 25 DDPF, 15 de 40 DDPF, 15 de 55 DDPF y 15 de agua.

Para la evaluación sensorial de frutos deshidratados se prepararon en total 45 vasos codificados para 15 jueces o panelistas. El fruto en tres días de cosecha, 15 de 25 DDPF 15 de 40 DDPF, 15 de 55 DDPF y 15 de agua, y para la evaluación de los frutos congelados, el procedimiento fue similar.

A cada atributo sensorial se le asignó un valor máximo de 5 en una escala horizontal de longitud de 8 cm (Cerezal, 2005).

Los jueces evaluaron y definieron con una línea perpendicular sobre la horizontal en la encuesta no-estructura según la percepción individual de aceptación en cuanto al fruto evaluado y la evaluación se programó a partir de las 9.30 am a 11 am.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.7.1. Objetivo 1

Para análisis de propiedades fisicoquímicos y químico proximales.

Para evaluar y determinar el factor en estudio, los datos fueron distribuidos bajo un Diseño Completo al Azar de 3 tratamientos y 3 repeticiones. Los datos fueron analizados con el programa InfoStat. Cuando las diferencias fueron significativas, se aplicó la prueba de Comparación Múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5%.

Evaluación Sensorial

Para evaluar y determinar el factor en estudio, los datos fueron distribuidos bajo un Diseño de Bloque Completo al Azar. Los datos fueron analizados con el programa Minitab sometiéndose a la prueba de Friedman al 99% de confianza.

Modelo estadístico

La hipótesis a probar es: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$

Donde μ_i representa la esperanza del i -ésimo tratamiento; con $i=1, 2, 3$

H_0 : No hay diferencias de aceptabilidad del atributo sensorial entre los frutos de distintos estados de madurez.

H_1 : Al menos uno de los estados de madurez no tiene aceptabilidad

3.7.2. Objetivo 2

Para evaluar los factores en estudio, los datos fueron distribuidos bajo un Diseño de Bloque Completamente al Azar. Los datos fueron analizados con el programa InfoStat sometiéndose a un análisis de varianza al 95% de confianza, cuando las diferencias fueron significativas, se aplicó la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICO Y SENSORIAL DEL FRUTO FRESCO

TASA DE RESPIRACIÓN

En el Anexo N° 01, Tabla N° 01, se presenta los resultados del registro del comportamiento del CO₂ expresados en mg/kg/h, donde la producción del CO₂ fluctúa en un rango de 1.3717 a 1.3759 mg CO₂/Kg/h.

En la Tabla N° 02 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la producción de CO₂ por hora. Se presentó que la producción de CO₂ es altamente significativo entre los días de cosecha.

Tabla n° 02. Análisis de varianza para la producción de co₂

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Días de cosecha	0.0002	2	0.0001	24694.0253	0.00000	**
Error	0.0000004	74	0.0000			
Total	2,20004	76				

C.V: 0.1%

La Tabla N° 03 de la prueba de comparación de Tukey a un nivel de significancia del 5% indica que existe un descenso de la producción de CO₂. De acuerdo al comportamiento observado de la producción de CO₂ durante los 60 minutos de análisis de los frutos en los diferentes días de cosecha, se confirma que es una fruta no climatérica, ya que con el paso de los días de cosecha se observa una producción decreciente del dióxido de carbono. En el día 25 DDPF, 1.38 mg CO₂/Kg/h, en el día 40 DDPF, 1.37 mg CO₂/Kg/h y en el día 55 DDPF, 1.36 mg CO₂/Kg/h.

Tabla n° 03. Prueba tukey para la producción de co₂.

Días de cosecha	Medias
25 DDPF	1.38 ± 0.000078 _c
40 DDPF	1.37 ± 0.000088 _a
55 DDPF	1.36 ± 0 _b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según Kader clasifica a los productos hortofrutícolas de acuerdo a la producción de CO₂ de la siguiente manera: Extremadamente alta >60 mg CO₂/Kg/h, Muy alta entre 40-60, Alta 20-40, Moderada 10-20, Baja 5-10 y Muy baja <5 mg CO₂/Kg/h.

Por tanto los frutos del Humpikusawa al presentar valores <5 mg CO₂/Kg/h, se clasificarían como frutos de Muy baja producción de CO₂.

pH

La Tabla N° 04 del Análisis de Varianza se encontró que existe diferencia altamente significativa entre los días de cosecha con respecto al pH.

Tabla n° 04. Análisis de varianza del pH durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Días de Cosecha	0.61	2	0.12	24.82	0.0013	**
Error	0.073	6	0.01			
Total	0.68	8				

C.V: 0.08 %

Tabla n° 05 prueba de tukey para pH

Días de cosecha	Medias
25 DDPF	6.23 ± 0.12a
40 DDPF	6.60 ± 0.08b
55 DDPF	6.87 ± 0.05c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Tabla N° 05 de la Prueba de Tukey para pH se muestra que existe diferencia significativa entre los frutos cosechados 25 DDPF, 40 DDPF y 55 DDPF. Estudios referenciales como el de Burgos *et al.*, (2007), realizada a genotipos del Humpikusawa, oriundos de Europa y Asia reporta un pH entre 2.9 y 3.3 para grosellas, por lo cual lo designan como frutos ácidos. Otro trabajo como el de Mejía, (2015) reporta un pH de 3 y 3.2 en bayas como la mora (*Rubus Glaucus Benth*) y Tacanga (2015) reporta un pH de 3.39 y 3.72 para bayas de Aguaymanto (*P. peruviana L.*).

Por lo tanto el pH encontrado permite clasificar al fruto Humpikusawa como no ácido o ligeramente alcalino; los ácidos regulan el pH influyendo en la apariencia de los pigmentos del fruto dentro de los tejidos y afectando el sabor (Montero *et al.*, 1996, y Azodanlou *et al.*, 2004) cobrando mayor importancia en la calidad de los frutos.

SÓLIDOS SOLUBLES

De acuerdo al análisis de varianza de la Tabla N° 06 muestra que existe diferencia altamente significativa entre los frutos cosechados en distintos días con respecto al contenido de sólidos solubles.

Tabla n° 06. Análisis de varianza de sólidos solubles durante la madurez del fruto Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Días de Cosecha	35.39	2	17.69	56.27	0.0001	**
Error	1.89	6	0.31			
Total	37.28	8				

C.V: 4.36 %

Tabla n° 07. Prueba de tukey de sólidos solubles.

Días de cosecha	Medias
25 DDPF	9.60 ± 0.78a
40 DDPF	13.43 ± 0.57b
55 DDPF	14.10 ± 0.10b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La prueba de tukey (Tabla N° 07) indica el incremento de sólidos solubles por día de cosecha, para los cosechados a los 25 DDPF: 13.43 °Brix; a los 40 DDPF: 14.43 °Brix y a los 55 DDPF: 14.10 °Brix. El incremento de sólidos solubles ocurre al aumento de enzimas α -amilasa, β -amilasa y almidón fosforilasa típicos de la maduración (Kays, 2004); Burgos *et al.*, (2007) encontraron valores entre 6.1 y 7.4 de ° Brix para el género de grosella *Phyllanthus acidus L.* para 6 estados de madurez, estos valores son menores que los encontrados para el fruto silvestre Humpikusawa. Los sólidos

solubles de los frutos cosechados 55 DDPF se encuentra dentro del rango aceptable para comercialización, ya que estudios como el de Figueroa *et al.*, (2010) determinan que frutos con 14 y 14.1 °Brix reúnen las cualidades organolépticas deseadas por el mercado, tanto por el consumidor como para la industria.

ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)

La Tabla N° 08 de análisis de varianza (ANVA) muestra que entre los diferentes días de cosecha existe diferencia estadística significativa.

Tabla n° 08. Análisis de varianza de la Aw durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Días de Cosecha	1.4003	2	7.1004	7.149	<0.0001	*
Error	6.0008	6	1.0008			
Total	1.4003	8				

C.V: 0.01 %

Tabla n° 09. Prueba de tukey de la Aw.

Días de cosecha	Medias
25 DDPF	0.93 ± 0.00015a
40 DDPF	0.96 ± 0.00058c
55 DDPF	0.95 ± 0.00058b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla N° 09 de la Prueba de tukey al 5 % de nivel de significancia indica una actividad de agua con un punto máximo de 0.96 en el día de frutos cosechados a 40 DDPF; disminuyendo en los frutos cosechados a 55 DDPF con 0.95. La reducción de la Aw en el 55 DDPF puede ser atribuida a la formación de pectina en el fruto, siendo que el agua también puede ser atrapada en alimentos como los geles de pectina, frutas, hortalizas, etcétera. El agua atrapada es inmovilizada en capilares o células, pero si se libera por cortes o lesiones, fluye libremente (Jaclavik, 2010).

La actividad de agua es una propiedad que durante el proceso de maduración y respiración de la fruta no varía considerablemente (Ramírez, 2010).

ACIDEZ TITULABLE

La Tabla N° 10 de análisis de varianza muestra que existe diferencia estadística altamente significativa entre los días de cosecha del Humpikusawa.

Tabla n° 09. Análisis de varianza de la acidez titulable durante la madurez del fruto Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Día de Cosecha	0.01	2	3.8	183.09	<0.0001	**
Error	1.2	6	2.1			
Total	0.01	8				

C.V: 5.7 %

Tabla n° 11. Prueba tukey de la Aw.

Días de cosecha	Medias
25 DDPF	0.12 ± 0.00015a
40 DDPF	0.09 ± 0.00058c
55 DDPF	0.07 ± 0.00058b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Tabla N° 11 de la Prueba de Tukey se muestra que existe diferencia significativa para el % de Acidez Titulable de los frutos cosechados en distintos días de cosecha. En cuanto a la variable acidez titulable, investigaciones como la de Burgos *et al.*, (2007), encontraron valores de 0.37% a 0.80% para grosella en los diferentes grados de madurez. Mejía (2015) reportó un rango entre 1.55% y 3.94% en trabajos de caracterización in situ para mora. Tacanga (2015) reporta de 2.05% y 2.4% para bayas de Aguaymanto (*P. peruviana L.*), para la presente investigación los valores obtenidos fueron de 0.12 % en los frutos cosechados a los 25 DDPF y el mínimo valor de acidez de 0.07% en los frutos cosechados a 55 DDPF siendo el contenido de ácidos orgánicos en el fruto silvestre Humpikusawa menos que en los berries comerciales citados. Liu

et al, (2004) menciona que el contenido de acidez comienza a disminuir gradualmente durante la maduración como consecuencia de la pérdida sustancial de ácidos orgánicos indicada por la acidez, debido a la formación de más azúcares. La reducción de acidez coincide con el aumento del pH como se demuestra en la presente investigación en la Tabla N° 04, esto se debe a la utilización de los ácidos orgánicos como fuente energética para sustentar el proceso de senescencia del fruto (Chicaiza, 2015); además hay que tomar en cuenta que los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor, color y estabilidad de los mismos, los valores de acidez pueden ser muy variables como en las frutas, el ácido cítrico puede constituir hasta un 60% de los sólidos solubles totales en la porción comestible. (Ayelen, 2013).

Según Yahia (2016). Para un sabor aceptable es necesario un máximo de 0.8% de acidez, siendo que los datos obtenidos en el presente estudio de acidez el mayor fue de 0.12%, se dice que el sabor del fruto en general es aceptable.

ÍNDICE DE MADUREZ (Sólidos solubles /Acidez titulable)

La Tabla N° 12 de análisis de varianza no muestra diferencia estadística significativa entre los promedios de Índice de Madurez de los diferentes días de cosecha.

Tabla n° 12. Análisis de varianza del índice de madurez durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Días de Cosecha	45619.37	2	22809.68	1.60	0.2776	n.s.
Error	85605.21	6	14267.53			
Total	131224.58	8				

C.V.: 63.68%

En la presente investigación el Índice de Madurez aumentó levemente al pase de los días de cosecha siendo 86.93 a 25 DDPF, 235.40 a 40 DDPF y 240.40 a 55 DDPF. Se reportaron resultados similares en bayas como la mora de Castilla (Farinango, 2010) y en uvilla orgánica (Guijarro, 2012).

Los sólidos solubles se componen principalmente de azúcares. A medida que el fruto desarrolla, el contenido de azúcares en la fruta se incrementa y el contenido de ácido disminuye. En consecuencia, la relación SS/AT tiende a incrementarse durante el desarrollo del fruto (Galvis, 1992).

PESO

El análisis de varianza (Tabla N° 13) indica que existe diferencia altamente significativa con respecto al peso entre los días de cosecha.

Tabla n° 13. Análisis de varianza del peso durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Días de cosecha	0.032	2	0.02	25.103	<0.0001	**
Error	0.004	6	0.0006			
Total	0.036	8				

C.V: 0.48%

Tabla n° 14. Prueba de tukey del peso.

Tiempo de cosecha	Medias
25 DDPF	0.25 ± 0.001a
40 DDPF	0.30 ± 0.0012b
55 DDPF	0.40 ± 0.0026c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la prueba de comparación de tukey (Tabla N° 14), se puede apreciar que el peso de los frutos cosechados ha ido incrementando en promedio 0.05g de 25 DDPF a 40 DDPF y en 0.1g de 40 DDPF a 55 DDPF.

El aumento del peso en la baya se puede explicar por los procesos de división celular, mediante el cual se producen casi todas las células que contendrá el fruto maduro, así como a la expansión de la pulpa y al incremento del contenido de jugo en las vesículas (García *et al.*, 2006).

ÁREA SUPERFICIAL

En el análisis de varianza (Tabla N° 15), se muestra que entre días de cosecha no hay diferencia estadísticamente significativa al ($p < 0.05$).

Tabla n° 15. Análisis de varianza del área superficial durante la madurez del fruto Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Días cosecha	6,66	2	3,33	1,35	0,2749	n.s.
Error	66,32	27	2,46			
Total	72,97	29				

CV: 21.19%

En el presente estudio se muestra el área superficial promedio del fruto. El área superficial es mayor según los diferentes días de cosecha para los frutos cosechados 25 DDPF es de 6.72 mm², para los cosechados 40 DDPF es de 7.52 mm² y para los frutos cosechados a los 55 DDPF el área superficial llega a 7.84 mm², evidenciando que no existe una dependencia directa con los días de cosecha.

DIÁMETRO GEOMÉTRICO

La Tabla N° 16 del análisis de varianza muestra que entre días de cosecha existe diferencia significativa por lo que se hizo la Prueba de Comparación de Tukey (Tabla N° 16).

Tabla n° 16. Análisis de varianza del diámetro geométrico durante la madurez del fruto Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Días de cosecha	9,13	2	4,56	13,85	0,0056	*
Error	1,98	6	0,33			
Total	11,10	8				

C.V: 6.74 %

Tabla n° 17. Prueba de tukey del diámetro geométrico.

Tiempo de cosecha	Medias
25 DDPF	6.50 ± 0.93a
40 DDPF	8.22 ± 0.25b
55 DDPF	8.89 ± 0.26b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

En la Tabla N° 17, se observa que el diámetro geométrico de los frutos cosechados 25 DDPF es diferente con respecto a los cosechados a los 40 DDPF y 55 DDPF.

Los frutos cosechados 25 DDPF en promedio tienen un diámetro geométrico de 6.50 mm, los de 40 DDPF: 8.22 mm y los de 55 DDPF: 8.89. Gillaspay *et al.*, (1993) menciona que por lo regular, los frutos, durante su desarrollo temprano, presentan tres fases: desarrollo del ovario, división celular y expansión celular, Inicialmente se tiene un crecimiento lento; después, el crecimiento se incrementa hasta disminuir su ritmo, hasta la cosecha. Así, el crecimiento en diámetro de los frutos es un aumento irreversible como consecuencia del incremento en masa y número de las células.

FORMA

Según el análisis de varianza en la Tabla N° 18 no hay diferencia estadísticamente significativa al ($p < 0.05$) entre los días de cosecha del Humpikusawa.

Tabla n° 17. Análisis de varianza de la forma durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Días de cosecha	1,1	2	5,4	0,14	0,8683	n.s.
Error	0,02	6	3,8			
Total	0,02	8				

C.V: 3.89

Para el fruto de Humpikusawa se ha determinado que la forma que presenta es esférica, siendo los datos obtenidos por el método del área proyectada sugerida por Salamanca (2010) de 1.06 cm, 1.08 cm y 1.05 cm por tanto es esférico (ϕ), a simple vista estos frutos son completamente esféricos, lo cual queda demostrado con los valores obtenidos para este parámetro, todos > 1 , encontrados para esfericidad y redondez (Mohsenin, 1986).

TEXTURA

En la Tabla N° 19 se presenta el análisis de varianza para la firmeza de los frutos, donde se observa que existe diferencia estadística significativa al 95% de probabilidades entre grupos, es decir que los frutos cosechados en diferentes días durante su desarrollo fisiológico difieren en cuanto a la fuerza máxima necesaria para que el fruto llegue a fracturarse, siendo las más resistentes los fruto cosechados 25

DDPF, luego los de 40 DDPF y 55 DDPF. Como se observa en la Tabla N° 20 de Prueba de TUKEY para fuerza máxima de fractura del fruto.

Tabla n° 19. Análisis de varianza para firmeza de los frutos

F. V.	SC	gl	CM	F	p- valor	Sig.
Días de cosecha	0.01943052	2	0.00971526	7.3825177	0.01265809	*
Error	0.01184384	9	0.00131598			
Total	0.03127437	11				

CV: 6.23 %

Tabla n° 20. Prueba de tukey para firmeza de los frutos

Días de cosecha	Firmeza (N/ mm)
25 DDPF	1.140 ± 0.56a
40 DDPF	0.321± 0.26a
55 DDPF	0.287± 0.30b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Tabla N° 20, se muestra la fuerza de fractura del fruto Humpikusawa de tres distintos días de cosecha. Se observa que el fruto de 25 DDPF presenta significativamente mayor resistencia a la fractura, que el fruto de 40 DDPF y 55 DDPF entre los que no existe diferencia significativa además son más susceptible a posibles daños mecánicos, debido al tiempo de cosecha que tiene en ese punto, como menciona Dussán *et al.*, (2008), el tiempo de cosecha influye significativamente sobre la firmeza del fruto; además Fennema (2000), describe que a medida que el grado de madurez aumenta, disminuye la resistencia de la fruta a la compresión, debido a que durante el proceso de maduración los compuestos como celulosa, pectina y almidones van presentando cambios por reacciones bioenzimáticas, desdoblándose hasta azúcar y compuestos de reserva con lo cual la textura de la cáscara va tornándose más blanda; lo que concuerda con los resultados obtenidos en el estudio presentándose un valor de 1.140N/ mm para 25 DDPF y un valor de 0.287 N/mm para 55 DDPF y también está asociada con la actividad enzimática de poligalacturonasas, polimetilesterasas y celulasas que actúan degradando la lámina media y la pared celular primaria (Sekse *et al.*, 2009).

COLOR

En la Tabla N° 21 se presentan los parámetros en el espacio de color CIE-L*a*b* de los frutos de Humpikusawa y medias ordenados.

Tabla n° 21. Parámetros de color del fruto silvestre Humpikusawa

Días de cosecha	L*	±a*	±b*	CROMA _{ab}	TONO _{ab}
25 DDPF	78.62 ± 0.63 ^a	-24.36 ± 5.44 ^a	65.43 ± 2.32 ^a	73.19 ± 3.77 ^a	2.80 ± 0.06 ^a
40 DDPF	75.13 ± 5.09 ^a	-17.6 ± 1.32 ^b	65.65 ± 1.05 ^a	67.97 ± 1.45 ^a	2.88 ± 0.01 ^b
55 DDPF	80.22 ± 2.23 ^a	-14.81 ± 4.12 ^b	69.02 ± 1.27 ^a	67.1 ± 2.32 ^a	2.92 ± 0.05 ^c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La luminosidad de los frutos no presentó diferencias significativas con respecto a los diferentes días de cosecha, al compararlos se observa que la luminosidad de los frutos cosechados a los 55 DDPF ($L^* = 80.22 \pm 2.23$) presentó el tono más claro. Los valores negativos del parámetro $\pm a^*$, confieren la presencia del color verde (Padrón *et al.*, 2012). Los frutos cosechados 25 DDPF muestran el mayor valor negativo del parámetro $\pm a^*$, además mayor saturación es decir pureza de color, mostrando diferencia significativa en comparación de los frutos cosechados a los 40 DDPF y a los 55 DDPF, puesto que la tendencia hacia valores positivos implica disminución de tal color.

El cambio de coloración durante la maduración de los frutos de Humpikusawa más importante es el del parámetro $\pm a^*$ que se relaciona con la degradación de la clorofila y la síntesis de carotenoides (Laguado *et al.*, 1999). El tono que diferencia el color y la relación es utilizado objetivamente para dar una estimación real de la percepción (López y Gómez, 2004).

En el espacio cromático cilíndrico $L^*C^*h^\circ$, valores de ángulo de tono de 0° a 90° indican una tendencia que va del color verde paulatinamente reduciendo pero manteniendo la tonalidad verde, además de mostrar tonalidad amarilla (Parámetro $\pm b^*$) esto se puede explicar por las semillas de la fruta que a simple vista son visibles y la exposición es mayor en los frutos cosechados 55 DDPF donde el parámetro $\pm b^*$ es 69.02 ± 1.27 . Se puede observar el cambio de color en el Anexo N° 03.

El descenso en los valores de los parámetros L^* y a^* en los frutos cosechados a los 40 DDPF se debe a la degradación de la clorofila propio de la madurez del fruto. Y el

aumento en los valores de los parámetros L^* , b^* y $TONO_{ab}$ en los frutos cosechados a los 55 DDPF se explica por la presencia de carotenos (pigmento amarillo) color al que los frutos maduros llegan a definir, además también por el desarrollo y el color (amarillo) de las semillas. Por lo que se puede definir que el fruto llegado a los 55 DDPF presenta un color verde amarillento.

ANÁLISIS PROXIMAL

Carbohidratos (CHOs)

En la Tabla N° 22 del análisis de varianza muestra que entre los días de cosecha no existe diferencia estadísticamente significativa al ($p < 0.05$).

Tabla n° 22. Análisis de varianza de CHOs durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Días de cosecha	7,11	2	3,56	3,62	0,0932	*
Error	5,90	6	0,98			
Total	13,01	8				

C.V: 5.76 %

En la presente investigación se encontró que el contenido de carbohidratos aumenta según los diferentes días de cosecha (25 DDPF: 14.95, 40 DDPF: 14.96 y 55 DDPF: 16.57) esto debido a la hidrólisis del almidón, lo que contribuye a aumentar el dulzor típico de las frutas maduras (Frankel *et al.*, 1993).

En la Guía práctica de Grosella, (2007), se reporta 13.8% en grosellas rojas y blancas y 15.38% en grosellas negras, estos valores son similares a los obtenidos para el fruto Humpikusawa, el cual es considerado como grosella blanca, sin embargo estos valores son mayores a los citados por Horst y Cheuschner (2001), quien menciona que el contenido de carbohidratos en grosellas negras es del 10%.

Energía Total

En la Tabla N° 23 de análisis de varianza al ($p < 0.05$) indica diferencia estadística significativa entre los días de cosecha con respecto a la energía total de los frutos del Humpikusawa.

Tabla n° 23. Análisis de varianza de la energía total durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Días de cosecha	105,48	2	52,74	9,46	0,0140	*
Error	33,47	6	5,58			
Total	138,95	8				

C.V: 2.97 %

En la Tabla N° 24 de la prueba de comparación de Tukey a un nivel de significancia del 5 % se observa que la energía total expresado en kcal calorías aumenta según los tiempos de cosecha, estadísticamente para los frutos cosechados 25 DDPF y 40 DDPF no existe diferencia significativa, pero si entre estos dos tiempos con respecto a los frutos cosechados 55 DDPF.

Tabla n° 24. Prueba de tukey de la energía total.

Días de cosecha	Medias
25 DDPF	69.52 ± 1.41a
40 DDPF	71.62 ± 3.53a
55 DDPF	77.60 ± 1.52b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los valores de Energía Total están expresados en base a 100 g.

Los valores obtenidos de energía total para el Humpikusawa son mayores que los valores encontrados para grosella espinosa blanca (29 Kcal) en el estudio realizado por Araya (2010).

Proteína

La Tabla N° 25 de Análisis de varianza se observa que entre días de cosecha no existe diferencia estadística significativa al ($p < 0.05$).

Tabla n° 25. Análisis de varianza de la proteína durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Días de cosecha	0,02	2	0,01	0,43	0,6718	n.s.
Error	0,14	6	0,02			
Total	0,16	8				

C.V: 8.6 %

Estudios referenciales como el del FIAMA (2009), reporta para grosella clara 0.7% y para grosella roja 0.6% de proteína. Bardasic y Arancibia (2007) reporta 0.8% para grosella blanca. El contenido de proteína durante el desarrollo fisiológico en la presente investigación fue de 1.71% para los frutos cosechados 25 DDPF, 1.68% para 40 DDPF y 1.60% para 55 DDPF muy similar a los datos reportados anteriormente.

Humedad

De acuerdo al análisis de varianza de la Tabla N° 26 existe diferencia altamente significativa entre los días de cosecha.

Tabla n° 26. Análisis de varianza del % humedad durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Días de cosecha	6,33	2	3,16	11,99	0,0080	**
Error	1,58	6	0,26			
Total	7,91	8				

C.V: 0.61%

Tabla n° 27. Prueba de tukey del % humedad.

Días de cosecha	Medias
25 DDPF	81.02 ± 0.69b
40 DDPF	80.98 ± 0.42a
55 DDPF	79.22 ± 0.37c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla N° 27 de la prueba de comparación de Tukey aplicada a un nivel de significancia del 5 % muestra que el contenido de humedad disminuye en 1.75%. Osterloh *et al.*, (1996), reportó que este cambio puede estar asociado con la salida de agua por transpiración, la respiración y el aumento del espacio vacío a causa de la degradación de los tejidos de la fruta.

Estudios realizados por FIAMA (2009), encontró 85% en grosella espinosa clara y 78% en parrilla blanca, siendo datos bibliográficos en comparacional Humpikusawa muy semejantes. Yagello (2007) reportó 85.98% en grosella espinosa roja (*Ribes uva crisper* L.). El porcentaje de Humedad encontrada en la presente investigación es inferior a los datos de humedad reportados.

Grasas

La Tabla N° 28 de análisis de varianza (ANVA) muestra que entre días de cosecha no existe diferencia estadísticamente significativa al (p<0.05).

Tabla n° 28. Análisis de varianza del % grasa durante la madurez del fruto Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Días de cosecha	0,25	2	0,13	1.91	<0,0001	n.s.
Error	2.5	6	4.2			
Total	0,25	8				

C.V: 3.7%

Estudios realizados por el FIAMA (2009) reporta 0.71% perteneciente a la grosella espinosa roja (*Ribes uva crisper* L.).Pardo y Pizarro (2005) reportó 2.39% para grosella espinosa clara (*Ribes uva crisper* L.).Bardasic y Arancibia (2007) reportó 0.64% para bayas de Ruibardo (*Rheum rhabarbarum* L.). Y mayores que los mencionados por Horst y Cheuschner (2001), 0.1% para grosella negra.

El contenido de grasa de los frutos cosechados a 25 DDPF es 0.32%, a 40 DDPF es 0.56% y a 55 DDPF es 0.55%.Estos valores encontrados son similares a los reportados para los frutos familiares del Humpikusawa.

Fibra Cruda

La Tabla N° 29 del análisis de varianza no muestra que entre tiempos de cosecha no existe diferencia estadísticamente significativa al ($p < 0.05$).

Tabla n° 29. Análisis de varianza del % fibra cruda durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Días de cosecha	0,13	2	0,07	5,01	0,0526	n.s.
Error	0,08	6	0,01			
Total	0,21	8				

C.V: 7.15%

El contenido de fibra cruda encontrada en la presente investigación para los frutos cosechados a 25 DDPF es 1.42%, a 40 DDPF es 1.17%, y a 55 DDPF es 1.43%. Los valores obtenidos para el Humpikusawa son menores a los valores reportados por el FIAMA (2009), el cual fue de 4.3 % para grosella clara y 5.73, esto se podría deber a que este tipo de frutos silvestres como el Humpikusawa poseen semillas muy pequeñas y por el material posiblemente no soluble cuando se realizan los analisis propuestos (Araya, 2010).

Ceniza

Segun análisis de varianza de la Tabla N° 30 no existe diferencia estadística significativa entre los días de cosecha al ($p < 0.05$).

Tabla n° 30. Análisis de varianza del % ceniza durante la madurez del fruto
Humpikusawa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Días de cosecha	0,01	2	0,01	0,25	0,7846	n.s.
Error	0,13	6	0,02			
Total	0,14	8				

C.V: 18.76 %

El contenido de cenizas para los frutos cosechados a 25 DDPF es de 0.62%, para 40 DDPF es 0.70% y para 55 DDPF es 0.63%. Los valores obtenidos para el

Humpikusawa son menores a los reportados por Desrosier (2007), en distintas bayas, 5.57 %, 6.44 %, 2.75 %, 1.36 %, 1.84%, 2.51 %, y 4.27 %. valores encontrados en parrilla blanca (*Ribes rubrum L.*), grosella espinosa roja (*Ribes uva crispera L.*), grosella espinosa clara (*Ribes uva crispera L.*) , frambuesa (*Rubus idaeus L.*), murtila (*Empetrum rubrum Vahl ex. Willd.*), calafate (*Berberis microphylla G Forster*) y parrilla roja respectivamente (*Ribes rubrum L.*).

ANALIS SENSORIAL DEL FRUTO FRESCO

*** COLOR**

El resultado del análisis sensorial para el atributo dulzor con una desviación estándar de ± 0.0587 y un CV de 25.86 %, y al ser sometido a la prueba de Friedman, el X^2 es 2.10.

Este valor es menor que 5.99 que es el valor en la Tabla para la $X^2_{0.01}$ lo que permite aceptar la hipótesis nula y concluir que no existen diferencias significativas entre la aceptabilidad del color entre los tres tiempos de cosecha del fruto al nivel de 0.01%

De acuerdo al análisis de color que se realizó, la tonalidad verde se mantiene tanto para los frutos cosechados 25 DDPF, 40 DDPF Y 55 DDPF. Aunque los frutos de 55 DDPF fueron los que obtuvieron un mayor puntaje en la aceptabilidad del color, el cual se muestra en la Tabla N° 31 del Anexo N°02

*** SABOR:**

En cuanto a la aceptabilidad de los atributos que incluyen al sabor: Dulzor, Acidez, Sabor característico y Astringencia, se describe a continuación los resultados obtenidos de acuerdo a la prueba no Paramétrica de Friedman.

- Dulzor

El resultado del análisis sensorial para el atributo dulzor con una desviación estándar de ± 0.0715 y un CV de 39.14 %, y al ser sometido a la prueba de Friedman, el X^2 es 5.20.

Este valor es menor que 5.99 que es el valor en la Tabla para la $X^2_{0.01}$ lo que permite aceptar la hipótesis nula y concluir que no existen diferencias significativas entre la aceptabilidad del dulzor entre los tres tiempos de cosecha del fruto al nivel de 0.01%.

- Acidez

El resultado del análisis sensorial para el atributo dulzor con una desviación estándar de ± 0.04998 y un CV de 29.70 %, y al ser sometido a la prueba de Friedman, el X^2 es 3.50.

Este valor es menor que 5.99 que es el valor en la Tabla para la $X^2_{0.01}$ lo que permite aceptar la hipótesis nula y concluir que no existen diferencias significativas entre la aceptabilidad de la acidez entre los tres tiempos de cosecha del fruto al nivel de 0.01%.

- Sabor característico

El resultado del análisis sensorial para el atributo dulzor con una desviación estándar de ± 0.08072 y un CV de 42.80 %, y al ser sometido a la prueba de Friedman, el X^2 es 0.53.

Este valor es menor que 5.99 que es el valor en la Tabla para la $X^2_{0.01}$ lo que permite aceptar la hipótesis nula y concluir que no existen diferencias significativas entre la aceptabilidad del sabor característico entre los tres tiempos de cosecha del fruto al nivel de 0.01%.

- Astringencia

El resultado del análisis sensorial para el atributo dulzor con una desviación estándar de ± 0.0585 y un CV de 34.569 %, y al ser sometido a la prueba de Friedman, el X^2 es 1.20.

Este valor es menor que 5.99 que es el valor en la Tabla para la $X^2_{0.01}$ lo que permite aceptar la hipótesis nula y concluir que no existen diferencias significativas entre la aceptabilidad de la astringencia entre los tres tiempos de cosecha del fruto al nivel de 0.01%.

Según Wills *et al.*, (1998), El aumento del contenido de azúcares durante la etapa de maduración por la degradación de los productos de la fotosíntesis en frutos no climatéricos, conduce a cambios en el sabor, el cual está relacionado con el dulzor, además de cambios en la textura y consistencia del fruto, lo cual explica porque a pesar de no mostrar diferencia significativa la aceptabilidad del dulzor, la que obtuvo mayor puntaje fueron los frutos cosechados 55 DDPF, a causa del aumento del contenido de azúcares expresado en °Brix, el cual según la Tabla N°31 en el Anexo N°02 fue mayor a los 55 DDPF.

Y en caso de frutos agridulces, los factores que más influyen en la calidad organoléptica son el dulzor, la acidez, la astringencia y la fragancia (Kader, 2002). En cuanto a la aceptabilidad de la astringencia, los valores provistos a los jueces en la tabla hedónica para calificar este atributo fueron Alta (1-2 puntos), Regular (3 puntos) y Baja (4-5 puntos), siendo que astringencia es por el contenido de taninos que este género de frutos posee (Borges *et al.*, 2010) la sensación de aspereza, sequedad y amargor que provocan tanto en la lengua como en las encías. Se percibe sobre todo, en la fruta verde, ya que a medida que la fruta ésta madura, su concentración disminuye o se enmascara por el sabor dulce sobresaliente Los frutos cosechados 25 DDPF fueron calificados como de alta astringencia, y los cosechados 40 DDPF y 55 DDPF como de astringencia baja.

* AROMA

El resultado del análisis sensorial para el atributo dulzor con una desviación estándar de ± 0.06 y un CV de 32.388 %, y al ser sometido a la prueba de Friedman, el X^2 es 2.25.

Este valor es menor que 5.99 que es el valor en la Tabla para la $X^2_{0.01}$ lo que permite aceptar la hipótesis nula y concluir que no existen diferencias significativas entre la aceptabilidad del dulzor entre los tres tiempos de cosecha del fruto al nivel de 0.01.

La Tabla N° 31 en el Anexo N° 02 muestra la aceptabilidad del aroma, los valores provistos a los jueces en la tabla hedónica para calificar este atributo fueron Intenso, Regular y Bueno. Siendo Bueno el de más valor. Los frutos cosechados 55 DDPF fueron los que obtuvieron mayor puntaje en la aceptabilidad del aroma Soares *et al.*, (2007) menciona que un aspecto relevante de la valoración del aroma de la fruta está determinada por la clase y concentración de los compuestos volátiles, olfativamente activos, presentes, y la composición cambia durante los procesos de maduración de las frutas.

* APARIENCIA GENERAL

El resultado del análisis sensorial para el atributo dulzor con una desviación estándar de ± 0.0437 y un CV de 20.723 %, y al ser sometido a la prueba de Friedman, el X^2 es 7.61.

Este valor es mayor que 5.99 que es el valor en la Tabla para la $X^2_{0.01}$ lo que permite rechazar la hipótesis nula y concluir que existen diferencias significativas entre la aceptabilidad del dulzor entre los tres tiempos de cosecha del fruto al nivel de 0.01%.

Para la aceptabilidad de la apariencia general del fruto en estado fresco, los valores provistos a los jueces en la tabla hedónica para calificar este atributo fueron Malo, Regular y Excelente. Siendo Excelente el de más valor. Los frutos cosechados 55 DDPF tuvieron mayor calificación.

4.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICO Y SENSORIAL DEL FRUTO DESHIDRATADO

Los factores físico-químicos más relevantes en la calidad de la fruta son la concentración de los sólidos solubles, la actividad de agua, la acidez y el pH, los cuales se relacionan con el contraste de dulzura y acidez característica de la fruta.

Tabla n° 32. Características fisicoquímicos durante el almacenamiento del fruto deshidratado

	Días de Cosecha	Tiempo de almacenamiento	Sólidos solubles (%)	Actividad de agua	Acidez titulable (%)	pH
			C.V:3.42%	C.V:2.89%	C.V:18.53%	C.V:1.8%
DESHIDRATADO	25 DDPF	1ra Evaluación	29.07±0.9a	0.65±0.000a	0.09±0.0004a	7.03±0.12ab
		2da Evaluación	28.93±0.7a	0.63±0.01ab	0.08±0.0002ab	6.97±0.12b
		3ra Evaluación	28.53±1.5a	0.62±0.000b	0.06±0.0003bc	6.9±0.26b
		4ta Evaluación	29.23±0.49a	0.62±0.010b	0.05±0.00006c	7.17±0.06a
	40 DDPF	1ra Evaluación	32.03±1ab	0.77±0.000a	0.04±0.0004a	6.67±0.06ab
		2da Evaluación	31.77±0.71b	0.76±0.000b	0.03±0.0002ab	6.63±0.06bc
		3ra Evaluación	32±1ab	0.71±0.000bc	0.02±0.0002bc	6.6±0.1c
		4ta Evaluación	33.03±1.7a	0.65±0.000c	0.01±0.0002c	6.93±0.21a
	55 DDPF	1ra Evaluación	31.07±0.9a	0.74±0.000a	0.02±0.0004a	6.93±0.06b
		2da Evaluación	30.7±1.57a	0.72±0.000ab	0.01±0.0005ab	6.87±0.12bc
		3ra Evaluación	30.57±1.1a	0.69±0.000bc	0.01±0.0002ab	7.03±0.15ab
		4ta Evaluación	31.6±1.97a	0.67±0.000c	0.01±0.0002ab	7.23±0.06a

Prueba de Comparación Múltiple de Tukey - Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

En cuanto al comportamiento de los sólidos solubles que se refieren a la dulzura de la fruta. En la Tabla N° 32, se muestra que no existe diferencia significativa del contenido de sólidos solubles de los frutos deshidratados de distintos días de cosecha durante el Tiempo de almacenamiento. Como era de esperar, en los tres días de cosecha, el tratamiento osmótico provocó un aumento de sólidos solubles con respecto al fruto fresco (Ver Tabla N° 07), lo que confirma el ingreso de solutos en la fruta. Estudios

referenciales en frutos deshidratados como el de Doymaz (2007) reportó 29 °Brix para damasco en pasas. Rodríguez (2014) reportó 18 °Brix para arándanos. Cerdán (2014) reportó 39.65 °Brix para aguaymanto con estos datos se puede decir que a mayores concentraciones de solución existe una mayor ganancia de sólidos y esto es debido al proceso de ósmosis que se verifica entre dos medios de distintas concentraciones ya que existe mayor difusividad a mayor concentración de sólidos solubles del medio osmótico, que sirve de fuerza impulsora para la migración de agua desde la fruta a la solución y de soluto desde la solución a la fruta (Moreyra, 2004).

Para la Actividad de agua, en la Tabla N° 32 se muestra que hubo disminución durante el Tiempo de almacenamiento de los frutos deshidratados en los distintos días de cosecha. Peiró *et al.*, (2006) menciona que el producto deshidratado pierde agua (hasta un 50-60% en base húmeda), gana sólidos solubles y reduce su volumen. Los frutos deshidratados son llamados alimentos de humedad intermedia generalmente están en el rango de 0.60 a 0.9 de actividad de agua (Alzamora *et al.*, 2003). Se ha establecido que en alimentos con valores de actividad de agua inferiores a 0,95-0,80, la mayoría de los hongos, levaduras y bacterias enteropatógenas no se desarrollan (Marth y Steel, 1998).

Con respecto al % de la Acidez titulable, en la Tabla N° 32 se muestra una disminución durante el tiempo de almacenamiento, según Carranza (2009) puede deberse al flujo de materia que emigró hacia la disolución durante el tratamiento osmótico. Además del efecto causado en la acidez por el secado, el régimen tiempo-temperatura de secado y las propiedades físicas del producto influyen en la magnitud de pérdida de la acidez durante el deshidratado. Cuando la deshidratación se efectúa a baja temperatura y por tiempos cortos, la degradación de la acidez tiende a ser mínima (Pokorny y Schmidt, 2001).

En cuanto al pH en la Tabla N° 32, muestra un descenso en los frutos deshidratados durante las primeras fechas de evaluación y un aumento desde la tercera. Este comportamiento del pH puede deberse al balance final al que llega el fruto deshidratado y la relación inversamente proporcional con la Acidez Titulable del fruto según Raghavan y Silveira (2001). De acuerdo con Berbesí *et al.*, (2006) el incremento en el pH puede deberse al hecho de que los ácidos orgánicos de reserva presentes en las vacuolas de las células, son transformados por la propia célula a azúcares que son

utilizados para la respiración, lo que ocasiona una disminución de la acidez del medio y con ello un aumento del pH.

ANALISIS DEL COLOR EN FRUTOS DESHIDRATADOS POR OSMOSIS

Tabla n° 33. Parámetros de color en los frutos deshidratados por osmosis

	Días de Cosecha	Tiempo de almacenamiento	L*	±a*	±b*	CROMA (C)	TONO (h)
25	DDPF	1ra Evaluación	63.97±9.7 ^{abc}	-9.24±0.9 ^{abc}	50.84±5.3 ^{ab}	51.68±5.2 ^{ab}	3±0.02 ^a
		2da Evaluación	72.45±4.6 ^{abc}	-12.41±1.8 ^c	66.98±6.9 ^{ab}	68.16±6.4 ^{ab}	3.0±0.5 ^a
		3ra Evaluación	63.93±3.4 ^{bc}	-10.02±5.2 ^{abc}	54.75±13.8 ^{ab}	55.71±14.4 ^{ab}	3.0±0.05 ^a
		4ta Evaluación	54.06±6.3 ^{abc}	-11.59±2.1 ^{bc}	51.97±9.1 ^{ab}	53.25±9.3 ^{ab}	2.9±0 ^a
40	DDPF	1ra Evaluación	74.49±4.9 ^{ab}	-5.95±3.1 ^{abc}	50.08±6.2 ^{ab}	50.48±6.3 ^{ab}	3±0.06 ^a
		2da Evaluación	74.5±2.1 ^{ab}	-11.7±0.3 ^{bc}	72.95±2.2 ^a	73.88±2.2 ^a	3±0 ^a
		3ra Evaluación	58.73±17.9 ^{abc}	-3.94±2.2 ^{ab}	51.83±8.9 ^{ab}	51.99±8.9 ^{ab}	3.1±0.03 ^a
		4ta Evaluación	50.52±7.5 ^{bc}	-8.56±2.2 ^{abc}	57.51±8.4 ^{ab}	58.16±8.7 ^{ab}	3±0.02 ^a
55	DDPF	1ra Evaluación	77.5±4.1 ^a	-7.84±2.3 ^{abc}	44.62±12.8 ^b	45.3±12.9 ^b	3±0 ^a
		2da Evaluación	70.52±15.5 ^{abc}	-5.38±3.8 ^{abc}	56.26±10.7 ^{ab}	56.56±10.9 ^{ab}	3.1±0.05 ^a
		3ra Evaluación	73.79±7.8 ^{ab}	-4.64±2.9 ^{abc}	62.29±7.9 ^{ab}	62.5±8.2 ^{ab}	3.1±0.04 ^a
		4ta Evaluación	47.4±2.3 ^c	-3.26±3 ^a	60.55±9.5 ^{ab}	60.69±9.5 ^{ab}	2±1.8 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05).

En la Tabla N° 33 se presenta el cambio durante el Tiempo de Almacenamiento de los parámetros en el espacio de color CIE-L*a*b* de los frutos de Humpikusawa y medias ordenados. Los parámetros de color de los frutos presentan valores distintos entre las diferentes fechas de evaluación y distintos días de cosecha. El cambio de luminosidad (L*) no fue considerable durante el almacenamiento de los frutos cosechados 25 DDPF, pero si se encontró diferencia significativa en los frutos cosechados 40 DDPF y 55 DDPF entre la Primera y Segunda fecha de evaluación mostrando una disminución de la Luminosidad en este parámetro (40 DDPF = 74.49±4.9 a 50.52±7.5

y 55 DDPF = 77.5 ± 4.1 a 47.4 ± 2.3). Esta disminución se relaciona directamente con el aumento del oscurecimiento no enzimático (Reis *et al.*, 2005), siendo más acentuado después de 45 días de almacenamiento. De acuerdo a Lee y Coates (2001) esta reacción ocurre lentamente a la temperatura ambiente ocasionando un oscurecimiento significativo después de 45 días. Algunas reacciones oxidativas también pueden contribuir a la reducción de la luminosidad. Mencionan Wong y Stanton (2003) que un 60%-70% del oscurecimiento no enzimático ocurre debido a esas reacciones no oxidativas. También se ha mostrado mayor opacidad en la 4ta fecha de evaluación, Cortés y Chiralt (2008) mencionan que la forma de evaluar los cambios de color causados por efectos de oscurecimiento en frutas y verduras deshidratadas es midiendo la disminución de la luminosidad, así como el cambio de los parámetros a y b.

Para el parámetro $\pm a^*$ no se presentó diferencia significativa durante las Fechas de Evaluación de los frutos cosechados 25 DDPF y 40 DDPF, pero los frutos cosechados 55 DDPF presentaron diferencia significativa entre la Primera y Segunda fecha de evaluación mostrando una variación del parámetro $\pm a^*$ (55 DDPF = -7.84 ± 2.3 a -3.26 ± 3), lo cual tiende a incrementar el color amarillo respectivamente, lo que hace que el fruto se vea maduro. Las reacciones no enzimáticas asociadas con la pérdida de color en las frutas y verduras deshidratadas son las reacciones de Maillard, además de las reacciones de degradación de pigmentos como la clorofila afectan el color durante la deshidratación (Jamgam *et al.*, 2010).

Los frutos cosechados 25 DDPF, 40 DDPF y 55 DDPF no presentaron diferencia significativa para el Croma (C) y el Tono (h) durante el almacenamiento del fruto deshidratado osmóticamente. Riva *et al.*, (2005), menciona que la pre concentración que se da durante la Deshidratación Osmótica mejora la calidad textural, retención de vitaminas, además de estabilizar el color.

ANALISIS SENSORIAL DE FRUTOS DESHIDRATADOS POR OSMOSIS

*** COLOR**

La Tabla N° 34 muestra el análisis de varianza de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para el color, del cual se puede observar que los efectos altamente significativos son Tiempo de almacenamiento y Tiempo de cosecha. Por lo cual se hizo la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Tabla n° 34. Análisis de varianza para el color de los frutos deshidratados

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Tiempo de almacenamiento	64.51	3	21.5	46.78	<0.0001	**
Días de cosecha	4.56	2	2.28	4.96	0.008	**
Almacenamiento* Días de cosecha	2.74	6	0.46	0.99	0.4313	
Error	77.23	168	0.46			
Total	149.05	179				

C.V: 17.72 %

Tabla n° 35. Prueba de tukey para el color de los frutos deshidratados durante el tiempo de almacenamiento

Tiempo de Almacenamiento	Medias
2da Evaluación	4.27c
4ta Evaluación	4.5c
3ra Evaluación	3.56b
1ra Evaluación	2.98a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

De la Tabla N° 35 del Test Tukey se dice que la aceptabilidad de color del fruto entre la 1ra Evaluación y la 3ra evaluación varía al igual que con la calificación del color de la 2da y 4ta Evaluación mientras que estos presentan igual calificación. Además la calificación (Bueno) del color ha sido mayor durante la 2da, 3ra y 4ta evaluación.

Tabla n° 36. Prueba de tukey para el color de los frutos deshidratados durante los días de cosecha

Días de cosecha	Medias
55 DDPF	4.0b
40 DDPF	3.79ab
25 DDPF	3.65a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

De la Tabla N° 36 se dice que no existe diferencia del color entre los frutos cosechados a 55 DDPF y 40 DDPF que han sido almacenados durante 60 días, en oposición con los cosechados 25 DDPF con el que si existe diferencia. Siendo también que el color tiene mayor calificación de Bueno en los frutos cosechados a 55 DDPF.

El color de los frutos deshidratados en la primera fecha de evaluación de los tres tiempos de cosecha de los frutos es la más baja, se observa también que los frutos evaluados en la 2da, 3ra y cuarta evaluación en general muestran calificación de Bueno, pero de todas las evaluaciones sensoriales realizadas el fruto cosechado a 55 DDPF es quien muestra mayor calificación (Bueno).

* SABOR:

- Dulzor

El análisis de varianza (Tabla N° 37) de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Días de cosecha y su interacción para la calificación del dulzor, del cual se puede observar que los efectos significativos son Tiempo de almacenamiento, Días de cosecha y la interacción entre Tiempo de almacenamiento y Días de cosecha. Por lo cual se hizo la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Tabla n° 37. Análisis de varianza para el dulzor del fruto deshidratado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tiempo de Almacenamiento	65.88	3	21.96	28.63	<0.0001	**
Días de cosecha	18.93	2	9.46	12.34	<0.0001	**
Tiempo de Almacenamiento*Días de cosecha	12.77	6	2.13	2.77	0.0134	*
Error	128.86	168	0.77			
Total	226.43	179				

C.V: 23.43 %

En la Tabla N° 38 de la Prueba de Tukey se dice que la calificación del dulzor del fruto entre la 1ra Evaluación y la 3ra evaluación es similar, sin embargo es distinto a la calificación del fruto de la 2da y 4ta Evaluación mientras que estos presentan igual calificación. Además la calificación (Me gusta) del dulzor ha sido mayor durante la 2da y 4ta evaluación.

Tabla n° 38. Prueba de tukey para el dulzor según los tiempos de almacenamiento.

Tiempo de almacenamiento	Medias
4ta evaluación	4.47b
2da evaluación	4.16b
3ra evaluación	3.34a
1ra evaluación	2.97a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla n° 39. Prueba de tukey para el dulzor según los días de cosecha.

Días de cosecha	Medias
55 DDPF	3.98b
40 DDPF	3.96b
25 DDPF	3.28a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla N° 39, muestra que no existe diferencia entre la calificación del dulzor de los frutos cosechados a 55 DDPF y 40 DDPF que han sido almacenados durante 45 días, en oposición con los cosechados 25 DDPF con el que si existe diferencia. Siendo también que la calificación (Me gusta) del dulzor es mayor en los frutos cosechados 55 DDPF.

Tabla n° 40. Prueba de tukey para el dulzor en la interacción de tiempo de almacenamiento y tiempos de cosecha.

Tiempo de almacenamiento	Días de cosecha	Medias
4ta evaluación	40 DDPF	4.62d
4ta evaluación	55 DDPF	4.53d
2da evaluación	55 DDPF	4.39d
2da evaluación	40 DDPF	4.35d
4ta evaluación	25 DDPF	4.27d
3ra evaluación	55 DDPF	4.06cd
2da evaluación	25 DDPF	3.76bcd
3ra evaluación	40 DDPF	3.67bcd
1ra evaluación	40 DDPF	3.18abc
1ra evaluación	55 DDPF	2.94ab
1ra evaluación	25 DDPF	2.8ab
3ra evaluación	25 DDPF	2.29a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla N° 40 (Prueba de comparación de Tukey) de interacción de Tiempo de almacenamiento y Días de cosecha, se dice que la calificación del dulzor para la 4ta, 2da evaluación (fruto cosechado a 40 DDPF y 55 DDPF) ha sido similar entre ellos pero diferente de las demás evaluaciones, siendo lo más notable con la 1ra Evaluación. También se dice que el dulzor tuvo mayor calificación (Me gusta) durante la 4ta evaluación.

Se observa que los frutos cosechados a 40 DDPF y 55 DDPF fueron los que mayor calificación (Me gusta) tuvieron durante las evaluaciones y también fueron las que incrementaron su nivel de calificación de dulzor en las 3 últimas evaluaciones, estos son lo que obtuvieron mayor ganancia de azúcares, lo que permitió tener un producto más dulce, lo cual ocurre por la pérdida de ácidos durante la Deshidratación Osmótica (Lazarides *et al.*, 1999).

- Acidez

La Tabla N° 41, muestra el análisis de varianza de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Días de cosecha y su interacción para la calificación de la acidez, del cual se puede observar que los efectos altamente significativos son Tiempo de almacenamiento y Días de cosecha. Por lo cual se hizo la Prueba de Comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Tabla n° 41. Análisis de varianza para la acidez del fruto deshidratado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tiempo de almacenamiento	19.54	3	6.51	8.53	<0.0001	**
Días de cosecha	9.01	2	4.51	5.9	0.0033	**
Tiempo de almacenamiento y Días de cosecha	6.58	6	1.1	1.44	0.2031	n.s.
Error	128.25	168	0.76			
Total	163.39	179				

C.V: 26.3%

En la Tabla N° 42 (Prueba de Tukey) se dice que la calificación de la acidez del fruto durante la 2da y 4ta evaluación es distinta a la calificación mostrada para la 3ra y 1ra evaluación. También que la acidez tuvo mayor calificación (Me gusta) durante la 2da y 4ta evaluación, se muestra que la calificación de la acidez en los tiempos de cosecha de los frutos a 55 DDPF y 40 DDPF es similar pero distinto a los frutos cosechados a

25 DDPF. También que los frutos cosechados a 55 DDPF y 40 DDPF han tenido mayor calificación (Me gusta).

Tabla n° 42. Prueba de tukey para la acidez en el tiempo de almacenamiento.

Tiempo de Almacenamiento	Medias
2da evaluación	3.73b
4ta evaluación	3.56b
3ra evaluación	3.04a
1ra evaluación	2.96a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

De la aceptabilidad de la acidez en las 4 evaluaciones realizadas cada 15 días, siendo que los frutos que mantienen la calificación (Me gusta) son los que fueron cosechados a 40 DDPF.

- Astringencia

La Tabla N° 43, muestra el análisis de varianza de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para la calificación de la astringencia, del cual se puede observar que existe un efecto altamente significativo para el Tiempo de almacenamiento. Por lo cual se hizo la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Tabla n° 43. Análisis de varianza para la astringencia del fruto deshidratado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tiempo de Almacenamiento	41.88	3	13.96	18.03	<0.0001	**
Días de cosecha	0.56	2	0.28	0.36	0.6952	n.s.
Almacenamiento*Días de cosecha	2.64	6	0.44	0.57	0.756	n.s.
Error	130.1	168	0.77			
Total	175.18	179				

C.V: 25.96%

En la Tabla N° 44 (Prueba de comparación de Tukey) se muestra la calificación de la astringencia siendo que en la tabla hedónica proporcionada a los jueces los valores para este atributo fueron Alta, Regular y Baja. Por lo cual se dice del cuadro que la astringencia fue calificada como Alta durante la 4ta y 1ra evaluación y Baja durante la 2da y 3ra evaluación.

Además la calificación de la astringencia durante la 2da y 3ra evaluación ha sido diferente al de la 4ta y 1ra evaluación, los cuales también son distintos entre ellos.

Tabla n° 44. Prueba de tukey para la astringencia durante el tiempo de almacenamiento.

Tiempo de Almacenamiento	Medias
2da evaluación	3.97c
3ra evaluación	3.59bc
4ta evaluación	3.35b
1ra evaluación	2.65a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los frutos evaluados durante la 1ra evaluación sensorial fueron calificados como altamente astringentes, siendo diferente desde la segunda evaluación en adelante que fueron calificados como de astringencia Baja, lo cual influye en el consumidor.

- Sabor característico

En la Tabla N° 45 muestra el análisis de varianza de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para la calificación del sabor característico del cual se puede observar que el efecto realmente significativo a un 95% de confianza es en el Tiempo de almacenamiento. Por lo cual se hizo la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Tabla n° 45. Análisis de varianza para el sabor característico del fruto deshidratado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Signif
Tiempo de Almacenamiento	125.2	3	41.73	13.19	<0.0001	*
Días de cosecha	0.68	2	0.34	0.11	0.8983	
Almacenamiento*Días de cosecha	18.34	6	3.06	0.97	0.4498	
Error	531.59	168	3.16			
Total	675.81	179				

C.V: 45.46 %

Tabla n° 46. Prueba de tukey para el sabor característico del fruto deshidratado durante el tiempo de almacenamiento

Tiempo de Almacenamiento	Medias
2da evaluación	4.76c
4ta evaluación	4.52bc
3ra evaluación	3.76b
1ra evaluación	2.62a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Tabla N° 46 (Prueba de Tukey) se muestra que la calificación del Sabor Característico durante la 2da y 4ta evaluación es similar pero distinta a la calificación de la 3ra y 1ra evaluación que también son distintos entre sí. También que los frutos evaluados durante la 2da y 4ta evaluación mostraron mayor calificación (Típico a frutos).

* AROMA

El análisis de varianza (Tabla N° 47) de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para la calificación del aroma, del cual se puede observar que los efectos realmente significativos son el Tiempo de almacenamiento, Días de cosecha y la interacción de Tiempo de almacenamiento y Días de cosecha. Por lo cual se hizo la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Tabla n° 47. Análisis de varianza para el aroma del fruto deshidratado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Signif
Tiempo de Almacenamiento	150.48	3	50.16	63.57	<0.0001	**
Días de cosecha	24.89	2	12.45	15.77	<0.0001	**
Almacenamiento*Días de cosecha	12.36	6	2.06	2.61	0.0191	*
Error	132.57	168	0.79			
Total	320.3	179				

C.V: 28.08 %

La prueba de comparación de Tukey (Tabla N° 48) muestra la aceptabilidad del aroma del fruto deshidratado siendo que los valores dados en la tabla hedónica fueron Poco, Regular e Intenso, la calificación del fruto durante la 4ta y 3ra evaluación fueron similares y diferentes de los de la 1ra y 2da evaluación, siendo estos también

diferentes. Además los frutos que tuvieron mayor calificación (Intenso) fueron los evaluados durante la 4ta y 3ra evaluación.

Tabla n° 48. Prueba de tukey para el aroma del fruto deshidratado durante el tiempo de almacenamiento.

Tiempo de Almacenamiento	Medias
4ta evaluación	4.05c
3ra evaluación	3.98c
1ra evaluación	2.77b
2da evaluación	1.85a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Tabla N° 49 (Prueba de Tukey) la calificación del aroma de las frutas cosechadas durante la 25 DDPF y 40 DDPF fueron similares pero diferente de las frutas cosechadas 55 DDPF. Además los frutos con mayor calificación (Intenso) fueron los cosechados 25 DDPF y 40 DDPF.

Tabla n° 49. Prueba de tukey para el aroma del fruto deshidratado durante los días de cosecha.

Días de cosecha	Medias
25 DDPF	3.58b
40 DDPF	3.23b
55 DDPF	2.68a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Prueba de Tukey (Tabla N° 50) de interacción entre Tiempo de almacenamiento y Tiempo de cosecha se tiene que los frutos evaluados durante la 3ra (25 DDPF, 40 DDPF) y 4ta (25 DDPF, 40 DDPF) evaluación tienen calificaciones similares entre sí, y parecidos a los de la 4ta (55 DDPF), 3ra (55 DDPF) evaluación, también durante la 2da y 1ra evaluación. Además se tiene que el aroma ha tenido mayor calificación (Intenso) durante la 3ra (25 DDPF, 40 DDPF) y 4ta (25 DDPF, 40 DDPF) evaluación.

Tabla n° 50. Prueba de tukey para el aroma del fruto deshidratado en la interacción tiempo de almacenamiento y días de cosecha.

Tiempo de Almacenamiento	Días de cosecha	Medias
3ra evaluación	25 DDPF	4.45d
4ta evaluación	25 DDPF	4.35d
4ta evaluación	40 DDPF	4.27d
3ra evaluación	40 DDPF	4.06d
4ta evaluación	55 DDPF	3.53cd
3ra evaluación	55 DDPF	3.45cd
1ra evaluación	25 DDPF	2.85bc
1ra evaluación	55 DDPF	2.81bc
2da evaluación	25 DDPF	2.68bc
1ra evaluación	40 DDPF	2.66bc
2da evaluación	40 DDPF	1.94ab
2da evaluación	55 DDPF	0.93a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Durante las evaluaciones sensoriales realizadas cada 15 días, el aroma ha sido calificado como Regular durante la 1ra evaluación de los frutos cosechados en los 3 días de cosecha, en la 2da evaluación el fruto cosechado a 55 DDPF ha sido calificado como Intenso, y los frutos cosechados a 25 DDPF y 40 DDPF como Regulares, durante la 3ra y 4ta evaluación el aroma de los frutos de los tres días de cosecha han sido calificados como Regular.

* APARIENCIA GENERAL

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla N° 51) de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para la calificación de la apariencia general, del cual se puede observar que el efecto altamente significativo es en el Tiempo de almacenamiento. Por lo cual se hizo la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Tabla n° 51. Análisis de varianza para la apariencia general del fruto deshidratado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tiempos de almacenamiento	73.88	3	24.63	42.99	<0.0001	**
Días de cosecha	1.38	2	0.69	1.2	0.3033	n.s.
Tiempo de almacenamiento*Días de cosecha	5.4	6	0.9	1.57	0.1585	n.s.
Error	96.24	168	0.57			
Total	176.9	179				

C.V: 20.43%

La Tabla N° 52. Muestra la calificación de la apariencia general del fruto deshidratado, los valores dados en la tabla hedónica a los jueces fueron Malo, Regular y Excelente. Siendo que los frutos evaluados durante la 1ra, 2da, 3ra y 4ta evaluación fueron distintos, además que los frutos con mayor calificación (Excelente) fueron los de la 4ta evaluación.

Tabla n° 52. Prueba de tukey para la apariencia general del fruto deshidratado durante el tiempo de almacenamiento.

Tiempo de Almacenamiento	Medias
4ta evaluación	4.39d
2da evaluación	4.14c
3ra evaluación	3.56b
1ra evaluación	2.73a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Se muestra que la calificación de la 1ra evaluación ha sido considerada como Malo, en la 2da evaluación fue calificado como Excelente, en la 3ra evaluación como Regular y durante la 4ta evaluación como Excelente nuevamente.

En general del análisis sensorial realizado a los frutos deshidratados, los frutos cosechados a 40 DDPF y 55 DDPF son los que mayor calificación mostraron en los distintos atributos evaluados, la Deshidratación Osmótica según Bereiter (2001) puede incrementar la aceptación del consumidos de frutas mínimamente procesadas, al proporcionarle sabores más agradables al paladar, y por otra parte una mayor retención de compuestos volátiles (Scalzo *et al.*, 2001) y ácidos orgánicos (Mata *et al.*, 2000) o mayor producción de aromas al potenciarse la actividad de enzimas clave (Zabetakis y Holden, 1997; Escriche *et al.*, 2000). En la Tabla N° 55 de Prueba de comparación

de Tukey para el aroma se puede observar que hubo mayor producción de aromas para los frutos cosechados a 25 DDPF y 40 DDPF, siendo los que tuvieron mayor calificación (Excelente). Sin embargo no hubo presencia de caramelización de azúcares en la superficie de los frutos deshidratados el cual afecta en forma negativa a la presentación y al sabor de los alimentos deshidratados (Guerrero y Nuñez, 1991), por lo que la calificación (Excelente) de la Apariencia General (Tabla N° 61) de los frutos durante el almacenamiento fue mayor durante la última fecha de evaluación, llegando a una calificación general de 4.39 de 5.

4.3. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICO Y SENSORIAL DEL FRUTO CONGELADO

Tabla n° 53. Características fisicoquímicos durante el almacenamiento del fruto congelado

	Días de Cosecha	Tiempo de almacenamiento	Sólidos solubles (%)	Actividad de agua	Acidez titulable (%)	pH
			C.V:15.79%	C.V:0.39%	C.V: 2.48%	C.V:2.62%
CONGELADOS	25 DDPF	1ra Evaluación	9.6±0.78a	0.93±0.0001b	3.18±0.08b	7±0.17a
		2da Evaluación	9±0.1ab	0.96±0.00006a	3.57±0.06ab	6.8±0.1ab
		3ra Evaluación	8.6±0.52b	0.96±0.00006a	4.17±0.06a	6.87±0.06b
	40 DDPF	1ra Evaluación	13.43±0.57b	0.96±0.00006b	3.03±0.06b	6.93±0.15a
		2da Evaluación	18.43±0.31 a	0.98±0.00006a	3.53±0.06ab	6.87±0.06ab
		3ra Evaluación	17.5±0.46ab	0.98±0.00006a	4.1±0.1a	6.8±0.1ab
	55 DDPF	1ra Evaluación	14.1±0.1b	0.95±0.00006b	2.67±0.06c	6.3±0.17b
		2da Evaluación	19.13±0.25a	0.97±0.00006a	3.1±0.1b	6.57±0.12ab
		3ra Evaluación	18.1±0.36ab	0.96±0.00006ab	3.8±0.1a	6.8±0.1a

Prueba de Comparación Múltiple de Tukey - Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 53, se muestra un aumento para % de Sólidos solubles de los frutos de distintos Días de cosecha congelados almacenados durante 30, según Martínez *et al.*, (2002) el contenido de sólidos solubles aumenta al disminuir los almidones presentes durante el almacenamiento. Además el aumento indica que no hay pérdidas de sólidos disueltos como azúcares durante el almacenamiento, debido a la inactivación por temperatura que sufren las enzimas, y algunas reacciones hidrolíticas no se ven favorecidas, además el aumento es debido a la evaporación del agua a bajas temperaturas hasta alcanzar el equilibrio (Alba, 2011).

Para actividad de agua, en la Tabla N° 53 se muestra la evolución de este compuesto en el fruto congelado durante el periodo de almacenamiento (30 días). Este comportamiento es probablemente debido al proceso de congelación lenta, el cual provoca la formación de cristales de hielo en menos espacio extracelular concentrado. La concentración progresiva del espacio extracelular (concentración por congelación) produce la deshidratación de las células a través de la ósmosis (Agoulon, 2010).

La Tabla N° 53 presenta un aumento del % AT en los tres tiempos de cosecha durante el almacenamiento (30 días) del fruto congelado. El comportamiento del aumento del % de acidez titulable en la presente investigación es debido posiblemente a la concentración y al contenido de ácido cítrico. Hernández *et al.*, (2009). Además las diferencias encontradas en el % de acidez titulable entre el día inicial de almacenamiento y los tiempos restantes, puede deberse a la pérdida de agua, provocando aumento de la concentración al final del almacenamiento que generó la conservación y el aumento de la acidez. Alves *et al.*, (2008), esto origina una concentración de ácidos orgánicos que se ve reflejado en el aumento de la acidez (Wills *et al.*, 1998).

En cuanto al pH, en la Tabla N° 53 se muestra que no hubo diferencias muy notables durante el almacenamiento de los frutos congelados de distintos días de cosecha, indicando que los frutos por los ácidos presentes son sistemas amortiguadores que hacen que el pH permanezca casi constante (Alba, 2011). Las reacciones provocadas por la ruptura celular durante la congelación, se desarrollan a una velocidad muy distinta que las que tienen lugar a temperaturas más altas; en estas últimas condiciones, las reacciones enzimáticas y químicas son muy rápidas. La rotura de la vacuola central libera ácidos que modifican el pH del medio y alteran el ritmo de las numerosas reacciones pH-dependientes. Los cambios de color son un buen ejemplo de este fenómeno (Fennema, 1993).

COLOR DE FRUTOS CONGELADOS

Tabla n° 54. Parámetros de color en frutos congelados

	Días de cosecha	Días de almacenamiento	L*	a*	b*	CROMA _{ab}	TONO _{ab}
CONGELADO	25 DDPF	1ra Evaluación	80.01±1.3a	-17.64±0.7cd	68.34±9.3a	70.62±8.9ab	2.89±0.04abcde
		2da Evaluación	73.05±11.6a	-22.33±2.6d	72.61±9.6a	75.97±9.9a	2.84±0.01cde
		3ra Evaluación	67.04±4.1a	-13.71±1.3abc	65.93±1a	67.35±0.8ab	2.94±0.02abc
	40 DDPF	1ra Evaluación	79.05±8.9a	-19.6±2.4cd	60.40±9.6a	63.52±9.7ab	2.83±0.03ed
		2da Evaluación	79.69±8.7a	-14.75±3.1bc	56.54±19.8a	58.47±19.9ab	2.88±0.04bcde
		3ra Evaluación	69.47±4.3a	-19.27±3.7cd	53.38±7.1a	56.77±7.8ab	2.8±0.03e
	55 DDPF	1ra Evaluación	80.33±4.2a	-17.58±1.6cd	72.85±3.2a	74.95±3.5ab	2.91±0.01abcd
		2da Evaluación	63.59±11.1a	-10.31±3.1ab	59.13±15.7a	60.05±15.8ab	2.97±0.03ab
		3ra Evaluación	65.85±7.9a	-7.07±1.7a	44.38±7.1a	44.98±6.9b	2.98±0.05a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Tabla N° 54, se presenta el cambio durante el Tiempo de Almacenamiento de los parámetros de color de los frutos Humpikusawa y medias ordenados. En cuanto al parámetro L* (Luminosidad), coordenada ±b*, Croma(C), no se presentó diferencia significativa durante el Tiempo de Almacenamiento de ninguno de los tres distintos Días de Cosecha del fruto. Pero se encontró diferencia estadísticamente significativa para el parámetro ±a* durante el almacenamiento para los frutos cosechados 25 DDPF (-17.64±9.3 a 13.71 ±1.3) y 55 DDPF (-17.58 ±1.6 a -7.07±1.7) mostrando una disminución significativa de la primera a la tercera fecha de evaluación. Además del parámetro h (Tono) mostró diferencia significativa durante el almacenamiento para los tres tiempos de cosecha, mostrando un ligero pardeamiento, Echegoyen (1992), menciona que uno de los indicadores de la pérdida de calidad de los productos congelados se puede producir mediante acción enzimática, ascorbinasas, fenolasas y peroxidases del tejido. Y el pardeamiento enzimático se produce de manera intensa después de la descongelación, pero puede aparecer sobre los frutos, debido a un almacenaje efectuado en malas condiciones térmicas, o sobre productos mal embalados (Guerrero *et al.*, 1991).

ANÁLISIS SENSORIAL DE FRUTOS CONGELADOS*** COLOR**

El análisis de varianza (Tabla N° 55) de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para el color, muestra que no se ha observado ningún efecto realmente significativo a un 95% confianza.

Tabla n° 55. Análisis de varianza para el color en frutos congelados.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Almacenamiento	3.04	2	1.52	0.88	0.4184	n.s.
Días de cosecha	3.75	2	1.88	1.08	0.3419	n.s.
Almacenamiento*Días de cosecha	6.57	4	1.64	0.95	0.4386	n.s.
Error	218.37	126	1.73			
Total	231.73	134				

C.V: 43.23%

*** SABOR**

- Dulzor

La Tabla N° 56 muestra el análisis de varianza de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para el dulzor, del cual se puede observar que el efecto altamente significativo son los Días de cosecha. Por lo cual se hizo la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Tabla n° 56. Análisis de varianza para el dulzor en frutos congelados.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tiempo de Almacenamiento	5.81	2	2.91	1.85	0.1616	n.s.
Días de cosecha	54.67	2	27.34	17.4	<0.0001	**
Tiempo de Almacenamiento*Días de cosecha	13.57	4	3.39	2.16	0.0774	n.s.
Error	197.97	126	1.57			
Total	272.02	134				

C.V: 42.19%

De la Tabla N° 57 (Prueba de Tukey) se tiene que los frutos congelados cosechados a 25 DDPF, 40 DDPF y 55 DDPF han sido diferentes. Y también que los frutos congelados con mayor calificación (Me gusta) fueron los frutos cosechados a 55 DDPF.

Tabla n° 57. Prueba de tukey para el dulzor en frutos congelados durante los días de cosecha.

Día de cosecha	Medias
55 DDPF	2.48c
40 DDPF	1.86b
25 DDPF	0.94a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con respecto a la calificación del dulzor durante las tres evaluaciones realizadas al fruto congelado, los valores en la tabla hedónica provistos a los jueces fueron, No me gusta, No me gusta Ni me disgusta y Me gusta. Siendo así que los frutos cosechados a 25 DDPF fueron calificados como No me gusta durante las tres evaluaciones y los frutos cosechados a 40 DDPF y 55 DDPF fueron calificados entre No me gusta Ni me disgusta.

- Acidez

El análisis de varianza (Tabla N° 58) de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para el dulzor, del cual se puede observar que el efecto realmente significativo a un 95% de confianza es en el Tiempo de cosecha. Por lo cual se hizo la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Tabla n° 58. Análisis de varianza para la acidez en frutos congelados.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tiempo de Almacenamiento	10.54	2	5.27	2.83	0.0627	n.s.
Días de cosecha	13.08	2	6.54	3.51	0.0328	*
Tiempo de Almacenamiento*Días de cosecha	14.67	4	3.67	1.97	0.103	n.s.
Error	234.54	126	1.86			
Total	272.83	134				

C.V:40.58 %

En la Tabla N° 59 (Prueba de Tukey) se muestra que la calificación de la acidez para los frutos cosechados a 25 DDPF y 55 DDPF fue diferente. Además los frutos con mayor calificación (No me gusta Ni me disgusta) de la acidez fue el cosechado a 55 DDPF.

Tabla n° 59. Prueba de tukey para la acidez en frutos congelados durante los días de cosecha.

Día de cosecha	Medias
55 DDPF	2.15b
40 DDPF	1.67ab
25 DDPF	1.39a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con respecto a la calificación de la acidez durante las tres evaluaciones realizadas al fruto congelado, los valores en la tabla hedónica provistos a los jueces fueron, No me gusta, No me gusta Ni me disgusta y Me gusta. Siendo me Gusta el de más alto valor, así se tiene que los frutos cosechados a 25 DDPF durante la 1ra evaluación y 2da evaluación fueron calificados como No me gusta y en la 3ra evaluación como No me gusta Ni me disgusta. Los frutos cosechados a 40 DDPF y 55 DDPF fueron calificados durante las tres evaluaciones como No me gusta Ni me disgusta.

- Astringencia

La Tabla N° 60 (ANVA) muestra el análisis de varianza de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para la acidez, del cual se puede observar que no existen efectos realmente significativos a un 95% confianza.

Tabla n° 60. Análisis de varianza para la astringencia en frutos congelados.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tiempo de Almacenamiento	7	2	3.5	1.7	0.1875	n.s.
Días de cosecha	6.71	2	3.36	1.63	0.2007	n.s.
Tiempo de Almacenamiento*Días de cosecha	6.7	4	1.68	0.81	0.5199	n.s.
Error	260.09	126	2.06			
Total	280.51	134				

C.V:40.03%

Para la calificación con respecto a la astringencia en el fruto congelado, los valores provistos a los jueces en la tabla hedónica fueron Alta, Regular y baja, siendo Baja el valor más alto. Se tiene que los frutos cosechados a 25 DDPF mostraron diferente calificación durante las tres evaluaciones, los frutos cosechados a 40 DDPF y 55 DDPF fueron calificados como de astringencia Regular.

- Sabor Característico

El análisis de varianza (Tabla N° 61) de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para el sabor característico del cual se puede observar que no existe algún efecto realmente significativo a un 95% confianza.

Tabla n° 61. Análisis de varianza para el sabor característico en frutos congelados.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tiempo de Almacenamiento	9.8	2	4.9	1.53	0.2198	n.s.
Días de cosecha	2.4003	2	1.2003	3.7004	0.9996	n.s.
Tiempo de Almacenamiento*Días de cosecha	1.03	4	0.26	0.08	0.9881	n.s.
Error	402.76	126	3.2			
Total	413.59	134				

C.V: 24.27%

El sabor característico muestra la calificación de este durante 3 evaluaciones sensoriales realizadas al fruto congelado, los valores provistos a los jueces en la tabla hedónica fueron No típico a frutos y típico a Frutos, siendo así que durante la 1ra y 2da evaluación los frutos cosechados 25 DDPF, 40 DDPF y 55 DDPF fueron calificados como no típico a frutos, mientras que en la 3ra evaluación el sabor característico fue calificado como cercano a Típico a frutos.

La calificación durante el almacenamiento de los atributos de sabor en los frutos congelados tanto para Dulzor, Acidez, Astringencia y Sabor Característico obtuvo calificaciones pobres. Las alteraciones que pueda sufrir el sabor de frutos congelados están influenciados por el estado de madurez de estos. Así, podemos encontrar formación de sabores extraños desagradables o aportes de sabores extraños exagerados (Guerrero *et al.*, 1991).

*** AROMA**

La Tabla N° 62(ANVA) muestra el análisis de varianza de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para el aroma del cual se puede observar que el efecto es realmente significativo a un 95% de confianza es en la variable Tiempo de Cosecha, por lo que se realizó la prueba de comparación de Tukey.

Tabla n° 62. Análisis de varianza para el aroma en frutos congelados.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tiempo de Almacenamiento	0.06	2	0.03	0.02	0.9832	n.s.
Días de cosecha	12.44	2	6.22	3.57	0.031	*
Tiempo de Almacenamiento*Días de cosecha	6.99	4	1.75	1	0.4082	n.s.
Error	219.46	126	1.74			
Total	238.94	134				

C.V: 50.63%

Tabla n° 63. Prueba de tukey para el aroma en frutos congelados durante los días de cosecha.

Días de cosecha	Medias
55 DDPF	3.01b
40 DDPF	2.52ab
25 DDPF	2.28 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

De acuerdo a la Prueba de Tukey (Tabla N° 63) se tiene que la calificación del Aroma en los frutos cosechados a 25 DDPF, 40 DDPF y 55 DDPF es similar. Los frutos cosechados a 25 DDPF y 40 DDPF son los de menor calificación, y en general la calificación dada fue Poco; Guerrero *et al.*, (1991) indica que la existencia de una baja intensidad del aroma en frutos congelados es debido a una posible volatilización o descomposición de los compuestos aromáticos del tipo aldehído y esterés.

* APARIENCIA GENERAL

La Tabla N° 64 (ANVA) muestra el análisis de varianza de los efectos del Tiempo de almacenamiento, Tiempo de cosecha y su interacción para la apariencia general, del cual se puede observar que no existe ningún efecto realmente significativo a un 95% confianza.

Tabla n° 64. Análisis de varianza para la apariencia general en frutos congelados.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Almacenamiento	2.7	2	1.35	1.11	0.3338	n.s.
Días de cosecha	0.74	2	0.37	0.3	0.7384	n.s.
Almacenamiento*Días de cosecha	5.46	4	1.36	1.12	0.3514	n.s.
Error	153.85	126	1.22			
Total	162.75	134				

C.V: 42.62%

Aunque los frutos congelados mantienen un color y aspecto razonablemente uniforme (CODEX, 1995), en cuanto a la apariencia general del fruto congelado durante las tres evaluaciones realizadas, los valores que se han provisto en la tabla hedonica a los jueces fueron Malo, Regular y Excelente, siendo que Excelente es la calificacion mas alta. Los frutos cosechados a 25 DDPF, 40 DDPF y 55 DDPF durante la 1ra, 2da y 3ra evaluacion fueron calificados en Apariencia general como Regulares.

CONCLUSIONES

El tiempo de cosecha de los frutos influye directamente sobre las propiedades fisicoquímicas como el pH y Sólidos solubles siendo los frutos cosechados entre 40 DDPF y 55 DDPF los que reúnen valores aceptables por los consumidores, presentan mayor fuerza máxima de ruptura los frutos cosechados a los 25 DDPF y mayor calificación de los atributos sensoriales los frutos cosechados a los 40 DDPF y 55 DDPF.

En el almacenamiento de los frutos deshidratados se presentaron bajas tasas de variación en Acidez titulable, Actividad de agua y pH; sin embargo los sólidos solubles se mantuvieron constantes lo que indicó que estas variables fueron estables en los frutos durante el tiempo de almacenamiento, en el color existieron cambios notables sobre todo en el valor de claridad L^* y la calificación de los atributos sensoriales mejoró comparativamente del inicio al término del almacenamiento, en los frutos congelados las propiedades fisicoquímicas evaluadas aumentaron a excepción del pH que se mantuvo constante, el color mostro pardeamiento y la calificación sensorial disminuyó del inicio al término del tiempo de almacenamiento.

RECOMENDACIONES

Realizar caracterización taxonómica del fruto silvestre.

Optimizar los grados de madurez del fruto silvestre Humpikusawa para un adecuado manejo postcosecha.

Realizar una investigación analítica sobre las propiedades funcionales del fruto silvestre Humpikusawa.

Hacer un estudio agronómico y costo - beneficio para plantaciones del fruto Humpikusawa.

BIBLIOGRAFIA

- Agoulon, A. (2010). "Impacto de los parámetros de congelación en las características de los alimentos". Escuela Superior Nacional de Industrias Alimentarias, Barcelona-España.
- Ahmed, J., and Shivare. (2001a). Thermal Kineties of color change, reology, and storage characteristics of garlic puree/ paste. *Journal of food Science*. 759-757p.
- Ahmed, J., and Shivare. (2001b). Thermal Kineties of color degradation and storage characteristics of onion paste/ *Lebens mmitel-wissenchaft and technologie*. 380-383.
- Alba, L., Duque, A., Giraldo, V., y Quintero, D. (2011). "Caracterización de la fruta, pulpa y concentrado de uchuva (*Physalis peruviana* L.)".
- Alique, R.(2000). Aplicación del Frío a los Alimentos. Coordinador Manuel Lamúa, (CSIC). AMV Ediciones, Mundi Prensa, 1ª edición. Instituto del Frío-ICTAN-Madrid-España (CSIC)
- Almanza, P., Quijano, M., Fischer, G., Chaves, B. y Balaguera, H. (2010). Physicochemical characterization of 'Pinot Noir' grapevine (*Vitis vinífera* L.) fruit during its growth and development under high altitude tropical conditions. *Agronomía Colombiana* 28(2): 173-180.
- Alzamora, S., Tapia, M., López, A., and Welti, J. (2003). The control of water activity. In: Zeuthen P, Bgh-Srensen L, editors. *Food preservation Techniques*. CRC Press. 581p.
- Andrade, M., Moreno, C., Henriquez, A., y Gómez, A. (2010). Influencia de la radiación UV-C como tratamiento postcosecha sobre carambola (*Averroha carambola* L.) mínimamente procesada almacenada en refrigeración. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. Vol. 11, núm. 1, 18-27 p.
- A.O.A.C. (1990). Official methods of analysis. Phosphorus in plants. Association of Official Analytical Chemists. 21p.
- A.O.A.C. (1995). Official methods of analysis. Phosphorus in plants. Association of Official Analytical Chemists. 21p.
- Ayelen, L. (2013). "Determinación de acidez titulable". Recuperado de: <http://www.slideshare.net/Lizcyl1/practical10-acidez-tituable-22876441>.
- Araya, M. (2010). Estudio preliminar de la composición química y el valor nutricional de frutos regionales de interés económico y socio cultural de Magallanes. Universidad de Magallanes, Chile. 88-99p.

- Artés, F., y Hernandez, F. (2002). Daños por frío en la postrecolección de frutas y hortalizas. En: Avances en ciencias y técnicas del frío-1. I Congreso de Ciencias y Técnicas del Frío. CYTEF. Cartagena. 299-310.
- Azodanlou, R., Daberlly, C., Luisier, J., Villettaz, J., y Amadó, R.(2004). Changes in Flavour and texture during the ripening of strawberry. *European Food Research and Technology*. 167-172p.
- Badui, B. (2006). *Química de los alimentos*. Editorial Pearson Educación. 3º ed. Mexico.
- Bardales, X., Carrillo, M., Hernández, M., Barrera, J., Fernández, J., and Martínez, O. (2008). Camu-camu fruit (*Myrciariadubia*) a new option for productive systems in Colombian Amazonian Region. *Acta Hort (ISHS)*. 173-178p.
- Bardasic, P., y Arancibia, L. (2007). *Manual de Producción de Ruibardo para la Agricultura familiar Campesina en la XII Región de Magallanes*. Punta Arenas, Chile, INDAP, Departamento de fomento.
- Barrera, J., Herrera, J., Chiu, M., Gómez, J., y Valle, M. (2008). La trampa de una ventana (ECOIAPAR) captura más broca del café *Hypothenemus hampei*. *Entomología Mexicana*. 619-624p.
- Barrera, L., Segundo, A., y Cayón, D. (2010). Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (musa AAB Simmonds) en dos sistemas de producción .Facultad de Ciencias Agrícolas. Grupo Agricultura sostenible, Universidad de Córdoba.
- Bashir, H., y Abu, A. (2003). Compositional changes during guava fruit ripening. *Food Chem*. 80, 557-563p.
- Berger, H. (1995). Acondicionamiento, envases y fumigación de uva de mesa. In: LIZANA, A. ed. *Manejo de uva de mesa para exportación*. Santiago. Universidad de Chile. Pp. 44-48. (Publicaciones misceláneas agrícolas N° 43).
- Bereiter, M. (2001).Effect of osmo dehydro freezing on quality attributes of kiwi fruit. *Trabajo fin de carrera*, Universidad Politécnica de Valencia.
- Bett, K. (2000). Sensory quality during fresh-cut processing and storage. *IFT'S Annual Meeting*, Institute of Food Technologists
- Bhande, S., Ravindra, M., and Goswami, T. (2008). Respiration rate of banana fruit under aerobic conditions at different storage temperatures. En: *Journal of Food Engineering*. Vol. 87, No. 1; 116-123 p.

- Borges, G., Degeneve, A., Mullen, W., y Crozier, A. (2010). Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, red currants, and cranberries. *J Agric Food Chem* 58(7): 3901-9 p.
- Burgos, L., Petri, C., y badenes, M. (2007). Biotechnologia in agriculture and forestry. *Prunus spp.* In: Pua EC, Davey M (eds). vol 60. Springer, Heidelberg. 283-207p.
- Blanco, D., Muro, D., Suárez, B., y Mangas, J. (2004). Detection of apple juice concentrate in the manufacture of natural and sparkling cider by means of HPLC Chemometric sugar analyses. *Journal of Agricultural and Food chemistry* 52:201-203p.
- Bourne, M. (2002). *Food texture and viscosity*. New York Academic, 427 p.
- Boos, W., and Lucht, J.(1996). Periplasmic binding protein-dependent ABC transporters. En: “*Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*. Cellular and molecular biology”, 2ª edición (F.C. Neidhart, ed.). American Society for Microbiology Press. Washington, D.C. 1175-1223p.
- Buestán. C., Cornejo, E., y López, F. (2005). Influencia de pre tratamientos convencionales en el proceso de secado de piña y en las características físicas del producto final, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica Litoral, Campus Gustavo Galindo km 30,5; Vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador.
- Bravo, J., Bravo, F., Gonzalez, M., Molina, E., Pérez, A., y Siguero, B. (2011). Análisis Sensorial de Alimentos. Instituto Mixto CSIC-UAM. 12-15p.
- Calegario, A., Castro, C., Tavares, J., Ralisch, R., y Guimaraes, M. (2006). Melhoría da agregação do solo através do sistema plantio direto. *Semina: Ci. Agron*, 27:147-158p.
- Cantwell, M. (1999). Características y recomendaciones para el almacenamiento de frutas y hortalizas. University of California, Davis.
<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/Storage/spana.html>
- Carranza, J. (2009). Influencia del procesado en el valor nutritivo y funcional de la uva blanca. Universidad Politécnica de Valencia, 73-74p.
- Cerdán, K. (2014). Efecto de la concentración del soluto en la deshidratación osmótica del Aguaymanto (*Physalis peruvian*). Universidad Señor de Sipán. Lambayeque.
- Cerezal, D. (2005). Utilización de cáscaras en la elaboración de productos concentrados de frutas. Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta.

- Chicaiza, J. (2015). Determinación de los parámetros Físico – Químicos y Microbiológicos de la Fresa (*Fragaria vesca*) variedad oso grande como base para el establecimiento de la norma de requisitos. (Tesis previo a la obtención del título de: Bioquímico Farmacéutico). Universidad Regional Autónoma de los Andes. Ambato, Ecuador.
- CIATA, (2002). “Cultivo del Grosellero en Asturias”. Tecnología Agroalimentaria. Hojas Divulgadoras N°3-4195, editada por el MAPA (Madrid). Asturias – España.
- Ciro, V., Buitrago, G., y Perez, A. (2007). Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L.). En: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Vol. 60, No. 1; 37853796 p.
- Cisterna, E., y France. A. (2009). Manual de campo “Plagas, enfermedades y desórdenes fisiológicos del arándano en Chile”. Centro Tecnológico de Control Biológico. Boletín INIA N° 189. 127 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Chillán, Chile.
- Cortés, M., y Chiralt, A. (2008). Cinética de los cambios de color en manzana deshidratada por aire fortificada con vitamina E. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- CODEX ALIMENTARIUS. (1995). Frutas y Hortalizas elaboradas y congeladas rápidamente. Volumen 5A.
- Dávila, J., González, J., Ayala, G., Sepúlveda, D., y Olivas, G. (2011). Compuestos volátiles responsables del sabor del tomate. Rev. Fitotec. Mex. 34:133-143p.
- Desrosier, N. (2007). Conservación de Alimentos. México DF: Patria.
- Dijksterhuis, G., y Byrne, D. (2005). Does the Mind Reflect the Mouth? Sensory Profiling and Future, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 527-534p.
- Dorantes, A., and Chiralt, A. (2000). Color of Minimally Processed Fruits and Vegetables as Affected by Some Chemical and Biochemical Changes. In: Minimally Processed Fruits and Vegetables, Alzamora, M.S. Tapia and A. Lopez-Malo (Eds.). Aspen Publishers, Inc., USA, 111-116 p.
- Doymaz, I. (2007). Influence of pretreatment solution on the drying of sour cherry. Journal of Food Engineering 78:591–596.
- Dussán, S., Honório, S., y Matias, M. (2008). Resistencia mecánica, tasa respiratoria y producción de etileno de caqui ‘Fuyu’ durante el almacenamiento, en: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Vol. 12:498–502.
- Elhadi, M. (2016). Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura.

- FAO. (2003). Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas del Campo al Mercado. Roma.
- Farinango, M. (2010). Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) y de mora variedad brazos (*Rubus sp.*). Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Fennema, O. (2000). Química de los alimentos. Acribia. Zaragoza.
- Fernández, R. (2011). Evaluación de las principales propiedades de calidad de la fruta bomba (Carica papaya L.), variedad Maradol roja deshidratada a través de los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ing. Mecanización Agropecuaria), Facultad de Mecanización Agropecuaria, UNAH, Mayabeque, Cuba.
- Figuerola, D., Guerrero, J., y Bensch, E. (2010). Efecto de momento de cosecha y permanencia en huerto sobre la calidad en poscosecha de arándano alto (*Vaccinium corymbosum L.*), cvs. Berkeley, Brigitta y Elliott durante la temporada 2005-2006. IDESIA 28(1): 79-84.
- Fundación para la Innovación Agraria-Ministerio de Agricultura, (2009). Gobierno de Chile. Resultados y Lecciones en Productos Agroindustriales Ricos en Antioxidantes a base de Berries Nativos, Proyecto de Innovación, Santiago, Chile
- Galvis, A. (1992). Tecnología de manejo postcosecha de frutas y hortalizas: Sección de Vegetales. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- García, V., Castellar, M., Obón, J., Alacid, M., y Fernández, J. (2006). Maduración de frutos de *Opuntia stricta*. VIII Simposio Nacional y V Ibérico de Maduración y Post-Recolección, Orihuela, Alicante.
- Gillaspy, G., Ben, D., y Gruissem, W. (1993). Fruits: a developmental perspective. Plant Cell 5, 1439-1451.
- Giongo, L., Poncetta, P., Loretto, P., y Costa, F. (2013). Textura de perfiles de arándanos durante el desarrollo del fruto, maduración y almacenamiento. Poscosecha Biología y Tecnología, vol. 76, no. 6. p. 34-39.
- González, M. (2010). Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización del aceite esencial de canela (*cinnamomum zeylanicum*). Tesis de grado previa a la obtención del título bioquímico farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

- Grandez, G. (2008). Evaluación sensorial y fisicoquímica de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones, Ingeniería Industrial y de Sistemas- Piura.
- Guerrero, I., Lopez, E., y Armenta, R. (2006). Química de los Alimentos, Cuarta Edición Badui. S. Editorial: Pearson Education de Mexico, S. A. de C. V. Mexico. D.F.
- Guerrero, L., y Núñez, M. (1991). El proceso de secado en los alimentos. Alimentación, equipos y tecnología, Diciembre.
- Guijarro, E. (2012). Influencia de la radiación UV-C sobre el tiempo de vida útil en uvilla (*physalis peruviana L*) sin capuchón. Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniera de alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador.
- Haro, V. (2004). Estudio de la Conservación de Arándanos (*Vaccinium corymbosum*) cv. Elliot, mediante Deshidratación Osmótica y Secado por Aire. Universidad austral de Chile - Facultad de ciencias agrarias-Escuela de Ingeniería en Alimentos.
- Hassimotto, N., Da Mota, R., Cordenunsi, B., Lajolo, F. (2008). Physico- chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus sp.*) grown in Brazil. Ciénc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(3): 702-708 p.
- Hernández, L. (2007). Tecnología Poscosecha, Ciencias Básicas e Ingeniería de Alimentos. UNAD, 2 (57) p.
- Hernandez, M. (2009). Postharvest quality of arazá fruit during low temperature storage. En: Food Science and Technology. Vol. 42, No. 3; 879-884 p.
- Jaclavik, V. (2010). Agua en los alimentos, Pectina y otros carbohidratos, Hortalizas y frutas. Fundamentos de ciencia de los Alimentos. Ed. Acribia. México.
- Jangam, S., Law, C., y Mujumdar, A. (2010). Drying of Food, Vegetables and Fruits, Volume 1.
- Jiménez, B., Redondo, N., Muñoz, J., Caballero, J., López, J., Valpuesta, V., Pliego, F., Quesada, M., y Mercado, J. (2008). Manipulation of strawberry fruit softening by antisense expression of a pectatelyase gene. Plant Physiology. 751-759 p.
- Kader, A. (2002). Potential for improving quality and extending postharvest life of stone fruits by genetic manipulation. p. 58-60. Segundo Seminario Internacional en Mejoramiento Genético de Frutales de Carozo. Actualizaciones en mejoramiento genético y postcosecha y su relación con el mercado. Santiago, Chile, 12 y 13 de noviembre de 2002. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Kader, A. (2009). La calidad del sabor de frutas y hortalizas. Hortic. Internacional 69p.
- Kays, S., y Paull, R. (2004). Postharvest biology. Exon Press, Athens, GA.

- Karakurt, Y. (2007). Fruit Cell Wall polysaccharides and their modification during ripening. J. Agric. Fac. HR. 11(1/2): 13-19p
- Karelovic, D. (2012). Influencia del método de congelamiento en el daño microestructural de arándanos. Universidad de Chile. 50p.
- Kolayli, S., Kucuk, M., Duran, C., Candan, F., yDincer, B. (2004). Chemical and properties of *Laurocerasus officinalis* Roem. (Cherry laurel) fruit grown in the Black Sea región. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 51 (25). 7489-7494p.
- Krokida, M., Kiranoudis, C., Maroulis, Z., and Marinos, Kouris. (2000). Effect of pretreatment on colour of dehydrated products. Drying Technology 18: 1239–1250 p.
- Kusar, G., and Morales, A. (1996). Table grapes package using polyethylene grape bags. Technical bulletin. Santiago. OSKU S.A. 2:1-4p.
- Laguado, N., Pérez, E., Alvarado, C., y Marín, M. (1999). “Características fisicoquímicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos Criolla Roja y San Miguel procedentes de dos plantaciones comerciales” En: Revista Facultad de agronomía Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela. 382-387 p.
- Lawless, T. (2010). Texture Evaluation, Sensory evaluation of food: principles and practices, 2 ed., New York. pp 259-281 p.
- Lazarides, H., Fito, P., Chiralt, A., Gekas, A., y Lenart, H. (1999). Advances in osmotic.
- Lee, H., y Coates, G. (2002). Characterization of color fade during storage of red grapefruit juice concentrates. Journal of Agricultural and Food Chemistry N° 50.
- Le Maguer, M., Shi, J., y Fernandez, C. (2003). Mass transfer behavior of plant tissues during osmotic dehydration. En: Food Science and Technology International. Vol. 9, No. 3. 187-192p.
- Liu, S. (2004). Effects of CO₂ on respiratory metabolism in ripening banana fruit. En: Postharvest Biology and Technology. Vol. 33, No. 1; p. 27-34.
- López, C., Gomez, A.(2004). Harvest. En: Manual for the preparation and sale of fruits and vegetables. From field to market. FAO Agricultural Services Bulletin, 151.
- Mayer-Miebach, E.; Gaertner, U.; Spiess, W. E. L. (2003a) Minimal processing of ready-to-serve leafy salads. Food Technology International, 47, 48, 50
- Mayer-Miebach, E.; Gaertner, U.; Grossmann, B.; Wolf, W.; Spiess, W. E. L. (2003b) Influence of low temperature blanching on the content of valuable substances and sensory properties in ready-to-use salads. Journal of Food Engineering, 56(2/3): 215-217.

- Marschner, P. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants. Third edition. Academic Press, London. 651 p.
- Martínez, V., Nieto, A., Viollaz, P., y Alzamora, S. (2005). Viscoelastic behaviour of melon tissue influenced by blanching and osmotic dehydration. *Journal of Food Science*, vol. 70, no. 1, 12-18 p.
- Matussek, A., y Meresz, P. (2002). Modeling of sugar transfer during osmotic dehydration of carrots. En: *Periodica Polytechnica. Serie Chemical Engineering*. Vol. 46, No. 1-2. 83-92p.
- Mejía, P. (2015). Caracterización morfoagronómica de genotipos de mora (*Rubus glaucus* Benth) en la granja experimental Tumbaco-INIAP. Informe del proyecto de Investigación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejército. Quito, Ecuador.
- Minolta Co., Ltd. (2012). International Color Consortium. Frequently asked questions. Konica Minolta: CR-400/410. Japón. Reston, Virginia. Disponible en <http://www.color.org/faqs.xalter>
- Montero, T., Mollá, E., y López, F. (1996). Quality attributes of strawberry during ripening. *Scientia Horticulturae*. 239-250 p.
- Moreno, V., Saucedo, V., Arévalo, G., Peña, V., Soto, H., y Cruz, B. (2008). Cambios bioquímicos, biofísicos y fisiológicos durante el crecimiento y maduración del fruto de ilama (*Annona diversifolia* Saff.). En: *Agrociencia*. Vol. 42, No. 5; p. 407-414.
- Mohsenin, N. (1986). Physical properties of plant and animal material. v.1. New York: Gordon and Breach Science Publisher. 734 p.
- Muñiz, S. (2012). Influencia de la temperatura y velocidad de aire durante el secado convectivo de fruta bomba (variedad Maradol Roja) usando osmosis y escaldado simple como pretratamientos. Tesis (en opción al título de Master en Mecanización Agrícola), Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque, Cuba.
- Murphy, O. (2001). Non polyol low digestible carbohydrates: food applications and functional benefits. *British Journal of Nutrition* 85(1): S47-S53.
- Nowakunda, A., Kephass, A., y Fito, P. (2004). Osmotic dehydration of banana slices as a pretreatment for drying processes. En: *The International Drying Symposium (Sao Paulo, Brazil)*. Proceedings of the 14th International Drying Symposium. Sao Paulo, Brazil: The Symposium. 2077-2083p.
- Orrego, S. (2008). Congelación y Liofilización de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Cap 1: 10p.

- Padrón, C., Padrón, G., Montes, A., y Oropeza, R. (2012). “Determinación de color en epicarpio de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con sistema de visión computarizada durante su maduración”. En *Agronomía Costarricense*, pp. 97-111.
- Pardo, O., y Pizarro, T. (2005). *Especies botánicas consumidas por los chilenos prehispanicos. Colección Chile Precolombino*, Santiago, Chile.
- Paz, P., Sánchez, M., Pérez, D., Guerrero, J., and Garrido, A. (2009). Evaluating NIR instruments for quantitative and qualitative assessment of intact Apple quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 781-790.
- Peiró, R., Díaz, V., Camacho, M., y Martínez, N. (2006). Micronutrient flow to the osmotic solution during the grapefruit osmotic dehydration *Journal of Food Engineering*, 299-307 p.
- Peña, (2012). Maduración de las frutas y cambios composicionales. Disponible en: <http://biolechecomercial.wordpress.com/2017/02/12/maduracion-clases-de-madurez-de-las-frutas-y-sus-cambios-composicionales-en-su-proceso/>.
- Pérez, R., Mitchel, S., y Solis, R. (2008). *Psidium guajava: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology*. *J. Ethnopharmacol.* 117, 1-27p.
- ProChile, (2011). *Información Comercial Estudio de mercado de Berries Congelados para el mercado Sueco*.
- Ramírez, R. (2010). *Unidad 1. Tecnología de Frutas y Hortalizas*. UNAD. Colombia.
- Ramírez, R., y Meyer, G. (2013). *Tecnología de frutas y Hortalizas*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD. Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería. 38-43p.
- Reis, R., Ramos, A., y Mínim, V. (2005). Inactivación enzimática en la deshidratación del mango (*Mangifera indica* L. var. Tommy Atkins). *Revista Brasileira* N° 30.
- Reyes, M., Salamanca, G., Osorio, T., Rocha, P., y Rodríguez, B. (2007). Diseño y optimización de un cremogenado lácteos a través de diseño experimental para mezclas ternarias. *Alimentos Ciencia E Ingeniería* (V16) 100-103p.
- Rivas, A., Pinel, G., y Álvarez, G. (2005). Deshidratación aguda. Valoración del grado de deshidratación. Tipos. En: Álvarez Calatayud G, Mota F, Manrique I, editores. *Gastroenteritis aguda en pediatría*. Barcelona: Edikamed
- Roberfroid, M. (2002). Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition* 87(2):S139-S143.

- Rodriguez, A. (2014). Comparación de métodos combinados (ósmosis directa-microondas y secado convectivo por aire caliente-microondas) para la deshidratación de frutos del bosque. Universidad Nacional de la Plata, Departamento de Ingeniería Química.
- Rodriguez, D., Lamagna, A., y Boselli, A. (2008). Método para la determinación de intensidad de olores y nariz electrónica. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica, 2009. 35 p.
- Ruíz, M. (2015). Diseño de un recubrimiento comestible bioactivo para aplicarlo en la frutilla (*Fragaria vesca*) como proceso de postcosecha. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Sabliov, C., Boldor, D., Keener, K., yFarkas, B. (2002). Image processing method to determine surface area and volume of axi-symmetric agricultural products. International Journal of Food Properties, 5,641-653p.
- Sahin, S., and Sumnu, S. (2006). Physical Properties of Foods. New York.
- Sahylin, M., Annia, G., y Antihus, H. (2011). Evaluación de la calidad de la fruta bomba (*Carica papaya L.*) variedad Maradol roja deshidratada utilizando el método de deshidratación osmótica (DO).Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Apartado Postal 18-19, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- Salamanca, G., Osorio, T., Abril, J., y Casp, V. (2010). Propiedades reológicas estabilidad térmica y estado microbiológico de cremogenados de Mora (*RubusglaucusBenth*). Memorias. XXIX Congreso Latinoamericano de Química. XVI Congreso colombiano de Química. VI Congreso colombiano de cromatografía.
- Salamanca, G., Salazar, M., y Díaz, C. (2007). Propiedades reológicas de algunos cremogenados de mango (*Mangifera indica L*). Alimentos Ciencia E Ingeniería V.16 (1): 180-182p.
- Salgado, T., y Martinez, R. (2006). Relación entre la intensidad respiratoria y las propiedades fisicoquímicas del banano (*Musa sapientum l*) var. criollo, tomate de árbol (*Solanun betaceum*) var. morada y mango (*Mangifera indica l*) var. azúcar. Universidad de la Salle Facultad de ingeniería de Alimentos. Bogota.45 p.
- Salinero, C., y Sabarís, M. (2000). Estación de Fitopatología “Do Areeiro”. Servicio Agrario. Galicia. España. “*RIBES Sp.*”. Depósito Legal: PO- 188/00.
- Sargent, S.,Ritenour,M.,and Brecht J. (2000). Handling, cooling and sanitation techniques for maintaining postharvest quality. HS719. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

- Saravacos, G., y Kostaropoulos, A. (2002). Handbook of Food Processing Equipment. Kluwer Academic/Plenum Publishers. Nueva York. P. 416-419.
- Sekse, L., Meland, M., Reinsnos, T., y Vestrheim, S. (2009). Cultivar and Weather Conditions Determine Pre and Postharvest Fruit Firmness in Sweet Cherries (*Prunus avium L.*). *Europ. J. Hort. Sci.* 74(6):268-274.
- Scalzo, A., Lupi, D., Bertolo, G., y Torregiani, D. (2001). Partial removal of water before freezing; cultivar and pre-treatments as quality factors of frozen muskmelon (*Cucumis melo*, cv *reticulatus Naud*). *J. Food Eng.*
- Shinoj, S., and Viswanathan, R. (2003). Thermal properties of minor millet grain, and flours. *Biosystems Engineering* 84(3):289-296p.
- Skoog, D., West, D., Holler, F., y Stanley, J. (2001). Química Analítica. 7a. edición, McGRAW-HILL, México.
- Surmacka, S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Qual. Prefer.* 13:215-22 p.
- Suzanne, N. (2003). Análisis de los Alimentos. Manual de Laboratorio. Editorial ACRIBIA, S.A., Zaragoza, España.
- Tacanga, W. (2015). "Características y Propiedades Funcionales de *Physalis peruviana* (Aguaymanto). Universidad Nacional de Trujillo- Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial.
- Tadesse, M., Lommen, W., y Struik, P. (2002). Effects of in vitro treatments on leaf area growth of potato transplants during acclimatization. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 61: 59-67p.
- The Mid-Atlantic. (2013). "Gooseberries and Currants". Guide, Pennsylvania State University, PA - USA. Chapter 9. For commercial growers.
- Tito, M. (2013). Estudio Etnobotánico del "CHILIN-FRUTA" *Ribes sp.* (Grossulariaceae) Altoandina. Cañon de Sukuytambo de la provincia de Espinar, Cusco.
- Universidad Industrial de Santander (2008). "Guía de almacenamiento seco, refrigerado y congelado". Bogotá, D.C. p. 5 y 6.
- Vargas, M. (2002). Efecto del uso de atmósfera controlada en la calidad postcosecha de uva de mesa (*Vitis vinifera L.*) var. Red Globe. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 32p.
- Valero, D., Serrano, M., Carbonell, A., Guillem, F., Martinez, D., y Riquelme, F. (2002). Conservación frigorífica de dos variedades de ciruelas y su relación con la calidad. En:

- Avances en ciencias y técnicas del frío-1. I Congreso de Ciencias y Técnicas del Frío. Cartagena. 453-458.
- Valero, D. (2007). Fisiología y bioquímica de la maduración. En: Curso internacional de tecnología postcosecha y procesado mínimo. Cartagena: España. Universidad Politécnica de Cartagena. 18 p.
- Valero, U., y Ruiz, A. (1996). Técnicas de medida de la calidad de frutas. Dpt. Ingeniería Rural, Univ. Politécnica de Madrid, Madrid. Disponible en: <http://www.iru16.iru.etsia.upm.es/pdf/2000%20Ctmcs.PDF> (consultada en Mayo 11 de 2017)
- Villavicencio, L., Blankenship, S., Sanders, D., y Swallow, W. (2001). Ethylene and carbón dioxide concentrations in attached fruits of pepper cultivars during ripening. *Scientia Horticulturae*. 17-24 p.
- Wills, R., McGlasson, D., y Joyce, D. (1998). *Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. CABI Publishing. Wallingford, U.K.
- Wills, R., McGlasson, D., y Joyuce, D. (2007). *Postharvest – An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. 5ª ed. Cabi International, Wallingford, UK.
- Williams, S. (2006). Graybalance: A key element in color reproduction. En: *The International Journal of Newspaper Technology*. 5 p.
- Wong, M., y Satanton, D. (2003). Effect of removal of amino acids and phenolic coumpounds on nonenzymatic browning in stored Kiwifruit juice concentrates. 26 p.
- Wrońska, D. (2012). Seed morphology of the Polish native species of the genus *Ribes* L. Article of Spain.
- Yagello, J. (2007). Antecedentes del Cultivo del Ruibardo (*Rheum rhaponticum*). Universidad de Magallanes.
- Yahia, E. (2016). Manejo y Tecnología Postcosecha de Berries. Universidad Autónoma de Querétaro. <https://www.researchgate.net/publication/>.
- Yam, K., and Papadakis, S. (2004). A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surface. *Journal of Food Engineering*, 61:137-142p.
- Zapata, J., Carvajal, L., y Ospina, N. (2002). "Efectos de la concentración de solutos y la relación jarabe/fruta sobre la cinética de deshidratación osmótica de papaya en láminas", *Interciencia*, 27p.

ANEXO N° 02

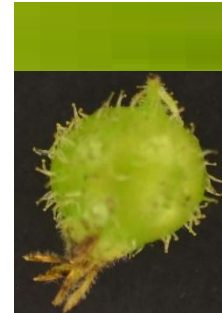
Tabla n° 31. Resultados de la calificación del análisis sensorial para el fruto silvestre fresco

Días de cosecha	N° Panelistas	ASPECTO	SABOR				AROMA	APARIENCIA GENERAL
		Color	Dulzor	Acidez	Astringencia	Característico		
25 DDPF	1	4.9	0.8	2.9	2.8	3.5	2.7	2.7
	2	2.8	4.9	2.8	2.5	4.8	2.6	3.0
	3	3.3	1.8	1.9	1.6	2.6	3.6	1.9
	4	1.9	3.1	0.7	1.0	3.9	2.8	2.8
	5	2.5	1.2	1.4	1.3	3.4	1.1	3.8
	6	3.1	3.6	3.7	3.0	3.8	3.3	3.6
	7	2.5	2.5	2.8	2.3	4.6	4.6	2.5
	8	4.5	1.4	1.2	1.0	0.7	2.5	1.4
	9	2.9	1.8	1.9	2.3	3.1	2.7	2.3
	10	4.1	4.4	4.0	3.2	3.1	2.5	4.0
	11	2.0	2.7	1.4	2.7	3.6	2.7	2.5
	12	4.9	0.6	2.7	2.3	0.5	4.8	4.8
	13	3.8	2.8	2.8	4.3	2.7	2.0	2.8
	14	3.7	1.8	1.9	2.8	2.0	2.5	2.5
	15	2.9	0.8	2.6	0.9	2.9	1.8	2.1
40 DDPF	1	4.5	4.1	3.2	2.3	3.4	3.1	3.3
	2	2.8	0.6	2.5	2.3	0.6	2.5	2.5
	3	3.5	3.2	3.1	3.7	3.4	1.7	3.0
	4	2.2	3.7	0.9	1.2	4.0	2.8	3.3
	5	2.9	1.9	1.5	1.9	2.1	2.2	2.5
	6	3.3	3.0	3.6	3.0	3.3	2.8	3.1
	7	4.7	3.1	3.8	0.2	0.4	2.0	2.5
	8	3.3	4.1	4.2	2.7	4.0	3.3	2.8
	9	2.2	1.6	2.0	2.0	2.3	2.1	1.6
	10	2.8	3.1	3.3	4.4	4.3	3.5	4.1
	11	3.1	2.6	1.7	3.7	2.8	2.2	2.4
	12	4.6	2.5	0.2	4.7	0.6	2.5	4.8
	13	2.3	2.8	2.8	2.5	2.6	2.6	2.8
	14	4.0	3.2	3.2	2.4	2.8	2.5	3.2
	15	3.7	2.8	2.6	3.0	3.3	4.1	3.3
55 DDPF	1	4.6	4.6	4.0	0.9	0.4	3.6	4.0
	2	4.6	3.3	2.7	1.7	2.3	4.1	3.5
	3	3.5	3.1	2.8	2.5	2.7	2.5	2.8
	4	3.5	4.4	0.7	0.9	4.4	3.3	4.1
	5	4.1	3.3	2.2	2.7	3.6	0.6	4.1
	6	3.1	4.3	3.7	2.7	3.6	3.3	3.7
	7	3.0	3.8	3.8	2.8	4.0	3.4	3.3
	8	2.0	1.3	0.8	2.0	2.6	0.9	1.9
	9	4.0	2.0	3.0	3.6	3.9	4.1	3.0
	10	3.1	3.3	4.1	3.9	3.0	3.7	3.6
	11	4.9	2.7	0.7	4.3	1.2	2.6	4.7
	12	2.8	2.8	3.0	2.7	2.5	2.5	3.6
	13	2.3	1.9	2.9	3.1	1.4	1.4	5.0
	14	4.2	3.5	3.2	1.9	3.3	3.1	3.1
	15	3.8	2.4	2.6	3.1	3.4	4.1	4.4

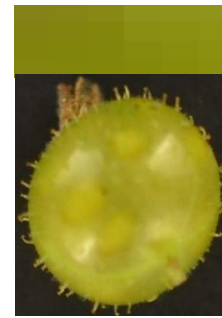
ANEXO N° 03

IMÁGENES DEL COLOR DEL FRUTO FRESCO

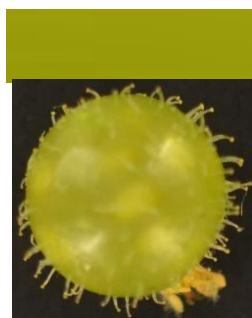
Días de Cosecha: 25 DDPF



Días de Cosecha: 40 DDPF



Días de Cosecha: 55 DDPF



ANEXO N° 04

FRUTO: NOMBRE COMÚN “HUMPIKUSAWA”

ASPECTOS GENERALES

Duración ciclo vegetativo 260 a 280 días.

Rendimiento de arbustos de 30 cm de altura con un área ocupada de 1 m de ancho desde 100 g por temporada.

Rendimiento de arbustos de 2 m de altura con un área ocupada de 1.5 m de ancho desde 1.250 kg por temporada.

TABLA N° 65. RENDIMIENTO DE FRUTO

Numeración Arbustos	Rendimiento de fruto comestible		
	1ra cosecha - FEBRERO	2da cosecha - MARZO	3ra cosecha - MAYO
1	30 g	70 g	-
2	100 g	550 g	80 g
3	300 g	900 g	50 g
4	150 g	720 g	200 g
5	150 g	50 g	-
6	200 g	75 g	20 g
7	80 g	420 g	20 g
8	20 g	500 g	10 g

* El rendimiento de fruto depende del área que del arbusto y del tamaño, lo descrito en el cuadro es para un arbusto en específico en distintos áreas del lugar.

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 66. DATOS METEOROLÓGICOS 2016 - 2017 PARA LA ZONA

Valor	Parámetro	Año 2016	Año 2017
Promedio anual de los datos diarios	T° máxima (°C)	16.4	13.2
	T° mínima (°C)	-11.4	-11
	T° media (°C)	6.38	7
	Humedad Relativa	65.04	73
	Velocidad media viento (m/s)	1.88	6
Total anual	Precipitación (mm)	18.9	42.2
Máximo	Precipitación diaria (mm)	22.2	59.5
	Mes	Julio	Abril

* Resumen de datos según estación meteorológica AYMADA - 113245 y la estación MACUSANI - 000777

Fuente: SENAMHI, 2017.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

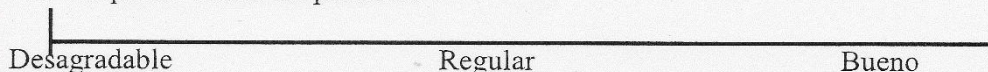
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

- Prueba de aceptabilidad de Sabor, color, aroma y apariencia, del fruto silvestre Humpikusawa .

DDPF: Estado: Fecha:

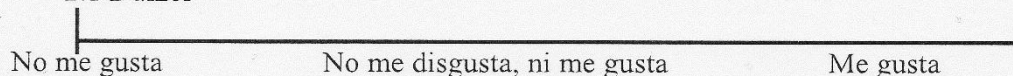
Caracterizar cada muestra según el atributo sensorial que se le presenta a continuación, haciendo una raya perpendicular a la línea horizontal según sea la intensidad del atributo evaluado.

1. Aspecto: Color del producto

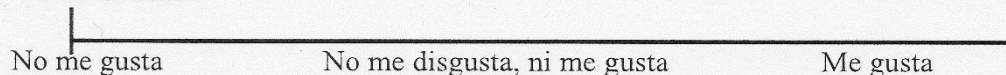


2. Sabor

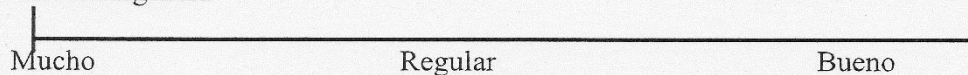
2.1 Dulzor



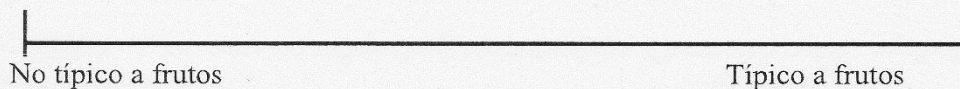
2.2 Acidez



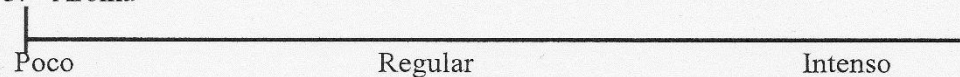
2.3 Astringencia



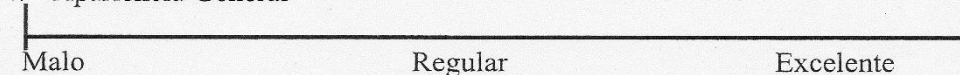
2.4 Característico



3. Aroma



4. Apariencia General



¡Gracias!