

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

**“APLICACIÓN DE DOS MÉTODOS (ENCERADO O INMERSIÓN EN CLORURO DE CALCIO) PARA LA CONSERVACIÓN POSCOSECHA DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*) SIN CÁLIZ”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:  
VILMA PAURO FLORES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO - PERÚ**

**2016**

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

“APLICACIÓN DE DOS MÉTODOS (ENCERADO O INMERSIÓN EN CLORURO DE CALCIO) PARA LA CONSERVACIÓN POSCOSECHA DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*) SIN CÁLIZ”

**TESIS**

PRESENTADA POR:  
**VILMA PAURO FLORES**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

PRESIDENTE : .....  
Ing. M. Sc. Pablo Pari Huarcaya

PRIMER MIEMBRO : .....  
Ing. M. Sc. Genny Isabel Luna Mercado

SEGUNDO MIEMBRO : .....  
Ing. M. Sc. Marienela Calsin Cutimbo

DIRECTOR DE TESIS : .....  
Ing. M. Sc. Florentino Víctor Choquehuanca Cáceres

ASESORA DE TESIS : .....  
Ing. D. Sc. Rosario Edely Ortega Barriga

PUNO - PERÚ

2016

**Área: Ingeniería y tecnología**

**Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes**

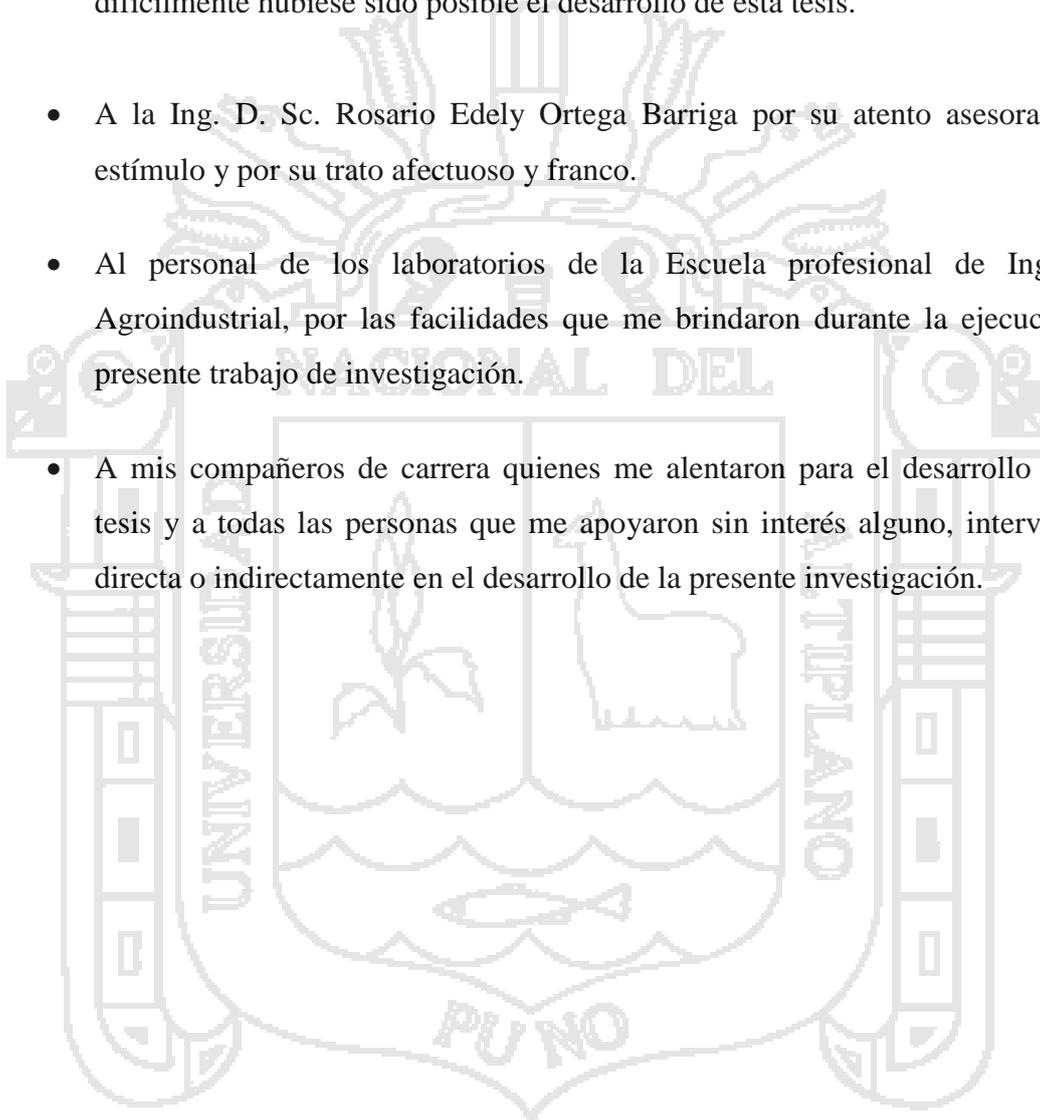
## ***DEDICATORIA***

*Esta tesis está dedicada con mucho amor y cariño a mi pequeño hijo Andrés, a mis queridos padres Pedro y Rumualda, por apoyarme, darme fuerza para seguir adelante y cumplir mis metas.*



## ***AGRADECIMIENTOS***

- Al Ing. M. Sc. Florentino Víctor Choquehuanca Cáceres. por su tutoría, dirección y por apoyarme en el desarrollo de esta investigación, sin las cuales difícilmente hubiese sido posible el desarrollo de esta tesis.
- A la Ing. D. Sc. Rosario Edely Ortega Barriga por su atento asesoramiento, estímulo y por su trato afectuoso y franco.
- Al personal de los laboratorios de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial, por las facilidades que me brindaron durante la ejecución del presente trabajo de investigación.
- A mis compañeros de carrera quienes me alentaron para el desarrollo de esta tesis y a todas las personas que me apoyaron sin interés alguno, interviniendo directa o indirectamente en el desarrollo de la presente investigación.

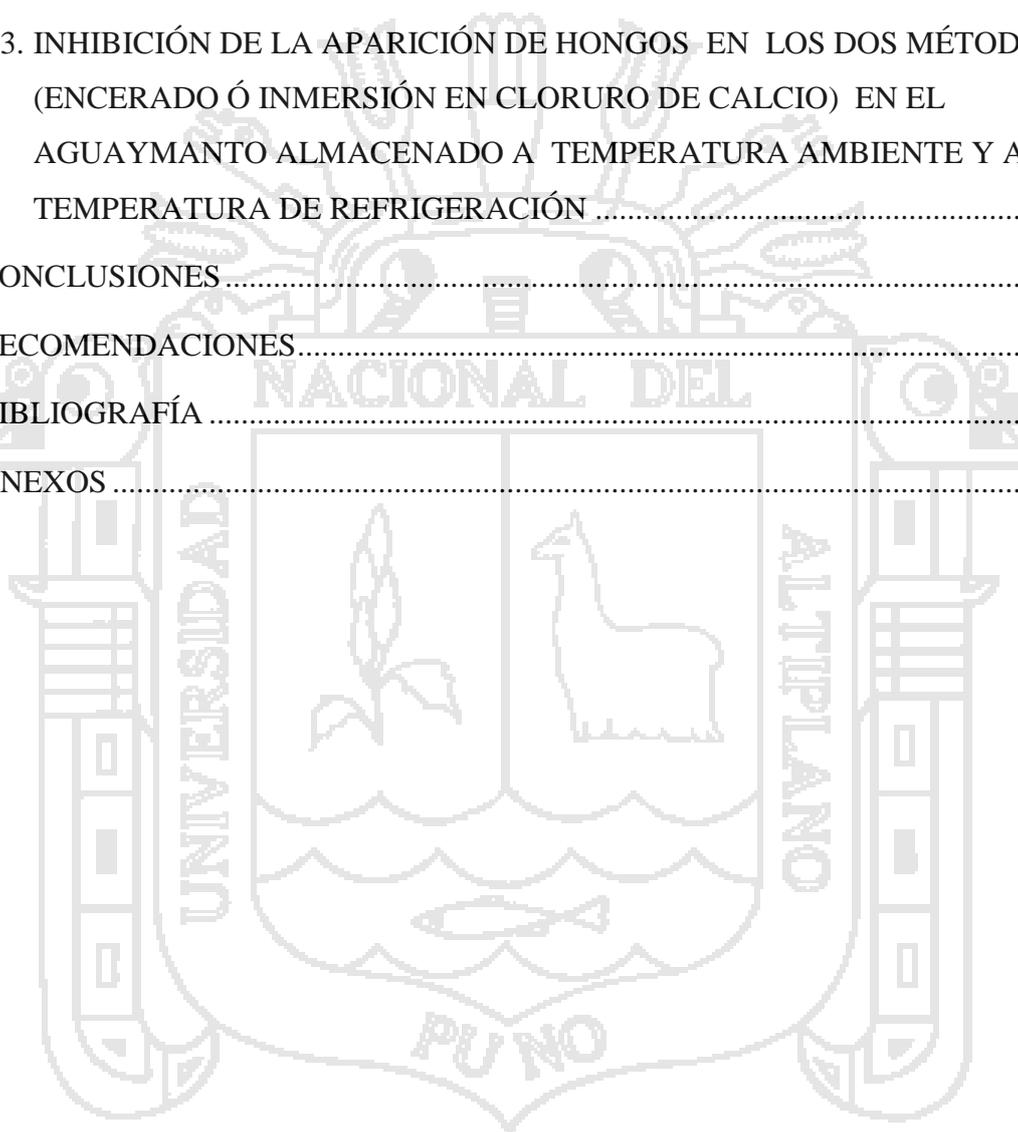


**INDICE**

	<b>Pág.</b>
RESUMEN .....	12
INTRODUCCIÓN .....	13
<b>CAPITULO I</b>	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
1.3.1. Objetivo General .....	21
1.3.2. Objetivos Específicos .....	21
<b>CAPITULO II</b>	
MARCO TEORICO E HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
2.1. MARCO TEORICO .....	23
2.1.1. Aguaymanto ( <i>Physalis peruviana L</i> ) .....	23
2.1.2. Cambios Físicoquímicos en Poscosecha .....	30
2.1.3. Vida Útil .....	36
2.1.4. Tipos de podredumbre en aguaymanto .....	41
2.1.5. Tratamientos y Técnicas Poscosecha .....	43
2.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	52
2.2.1. Hipótesis General .....	52
2.2.2. Hipótesis Especificas .....	52
<b>CAPITULO III</b>	
MATERIALES Y MÉTODOS .....	53
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN .....	53
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL .....	53
3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS .....	53

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	54
3.4.1. Metodología para acondicionamiento de la fruta estudiada .....	54
3.5. FACTORES EN ESTUDIO .....	56
3.5.1. Factor 1 .....	56
3.5.2. Factor 2 .....	57
3.6.1. Características fisicoquímicas.....	57
3.6.2. Vida útil (días) .....	57
3.6.3. Aparición y/o desarrollo de hongos .....	57
3.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	57
3.7.1. Para Características Fisicoquímicas .....	57
3.7.2. Para Vida Útil.....	58
3.7.3. Para la aparición de hongos.....	59
3.8. DISEÑO ESTADÍSTICO .....	60
3.8.1. Características Fisicoquímicas .....	60
3.8.2. Vida útil.....	61
3.8.3. Aparición y/o desarrollo de hongos .....	62
3.9. TRATAMIENTOS .....	62
CAPITULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	63
4.1. EFECTO DEL ENCERADO O INMERSIÓN EN $\text{CaCl}_2$ SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUAYMANTO ALMACENADO A TEMPERATURA AMBIENTE Y A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN .....	63
4.1.1. Efecto del factor “métodos de conservación” sobre las características fisicoquímicas.....	63
4.1.2. Efecto del factor “temperaturas de almacenamiento” sobre las características fisicoquímicas.....	73
4.1.3. Efecto de la interacción “temperaturas x métodos” .....	81

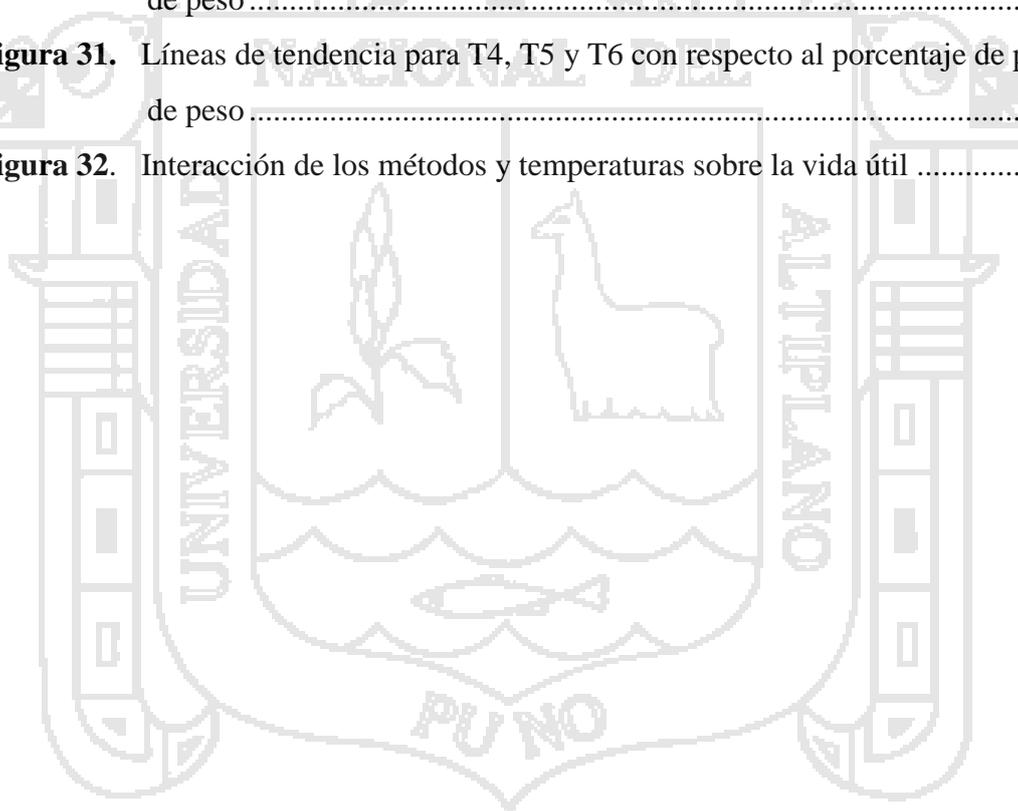
4.2. VIDA ÚTIL DEL AGUAYMANTO SIN CÁLIZ SOMETIDO AL ENCERADO O INMERSIÓN EN CLORURO DE CALCIO Y ALMACENADO A TEMPERATURA AMBIENTE Y A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN	99
4.2.1. Con respecto a la pérdida de peso.....	99
4.2.2. Con respecto a la aparición y desarrollo de hongos .....	107
4.2.3. Relacionando pérdida de peso y aparición de hongos para vida útil .....	108
4.3. INHIBICIÓN DE LA APARICIÓN DE HONGOS EN LOS DOS MÉTODOS (ENCERADO Ó INMERSIÓN EN CLORURO DE CALCIO) EN EL AGUAYMANTO ALMACENADO A TEMPERATURA AMBIENTE Y A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN .....	109
CONCLUSIONES .....	110
RECOMENDACIONES.....	111
BIBLIOGRAFÍA .....	112
ANEXOS .....	117



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Fruto de aguaymanto con cáliz y sin cáliz .....	26
<b>Figura 2.</b> Disminución de un atributo de calidad durante el almacenamiento del alimento. Reacción de Orden Cero.....	38
<b>Figura 3.</b> Disminución de un atributo de calidad durante el almacenamiento del alimento. Reacción de Primer Orden.....	40
<b>Figura 4.</b> Diagrama para metodología experimental .....	55
<b>Figura 5.</b> Efecto del factor métodos sobre el porcentaje de pérdida de peso.....	64
<b>Figura 6.</b> Efecto del factor métodos sobre la firmeza.....	66
<b>Figura 7.</b> Efecto del factor métodos sobre los sólidos solubles totales .....	68
<b>Figura 8.</b> Efecto del factor métodos sobre pH.....	70
<b>Figura 9.</b> Efecto del factor métodos sobre el porcentaje de acidez titulable .....	72
<b>Figura 10.</b> Efecto del factor temperaturas sobre el porcentaje de pérdida de peso .....	74
<b>Figura 11.</b> Efecto del factor temperaturas sobre la firmeza.....	75
<b>Figura 12.</b> Efecto del factor temperaturas sobre los sólidos solubles totales .....	77
<b>Figura 13.</b> Efecto del factor temperaturas sobre valores de pH.....	78
<b>Figura 14.</b> Efecto del factor temperaturas sobre el porcentaje de acidez titulable .....	80
<b>Figura 15.</b> Pérdida de peso para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración.....	82
<b>Figura 16.</b> Pérdida de peso para los tratamientos almacenados a temperatura ambiente .....	83
<b>Figura 17.</b> Efecto de las interacciones sobre la firmeza ( $Tukey \leq 0.05$ ) .....	84
<b>Figura 18.</b> Interacción de los factores "temperaturas y métodos" sobre la firmeza.....	86
<b>Figura 19.</b> Cambios de firmeza para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración.....	87
<b>Figura 20.</b> Cambios de firmeza para los tratamientos almacenados a temperatura ambiente .....	87
<b>Figura 21.</b> Aumento de sólidos solubles totales para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración.....	90
<b>Figura 22.</b> Aumento de sólidos solubles totales para los tratamientos almacenados a temperatura ambiente .....	91
<b>Figura 23.</b> Cambios de pH para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración.....	93

<b>Figura 24.</b> Cambios de pH para los tratamientos almacenados a temperatura ambiente .....	94
<b>Figura 25.</b> Efecto de las interacciones sobre la acidez titulable .....	95
<b>Figura 26.</b> Interacción de los factores “métodos y temperaturas” sobre la acidez titulable .....	96
<b>Figura 27.</b> Cambios de porcentaje de acidez titulable para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración .....	98
<b>Figura 28.</b> Cambios de acidez titulable para tratamientos almacenados a temperatura ambiente .....	98
<b>Figura 29.</b> Comparación de porcentajes de pérdida de peso para los diferentes tratamientos .....	100
<b>Figura 30.</b> Líneas de tendencia para T1, T2 y T3 con respecto al porcentaje de pérdida de peso .....	102
<b>Figura 31.</b> Líneas de tendencia para T4, T5 y T6 con respecto al porcentaje de pérdida de peso .....	103
<b>Figura 32.</b> Interacción de los métodos y temperaturas sobre la vida útil .....	107



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Contenido Nutricional del aguaymanto ( <i>Physalis peruviana</i> L.) (por 100g de parte comestible).....	26
<b>Tabla 2.</b> Condiciones y duración del aguaymanto, reportadas por diferentes autores .....	29
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos poscosecha para frutas .....	44
<b>Tabla 4.</b> Tratamientos en estudio .....	62
<b>Tabla 5.</b> Efecto del factor métodos sobre la pérdida de peso (%) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ ).....	65
<b>Tabla 6.</b> Efecto del factor métodos sobre la firmeza (lb-f) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ ).....	67
<b>Tabla 7.</b> Efecto del factor métodos sobre los SST (°Brix) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ ).....	69
<b>Tabla 8.</b> Efecto del factor métodos sobre el pH durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ ).....	71
<b>Tabla 9.</b> Efecto del factor métodos sobre la acidez titulable (%) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ ).....	73
<b>Tabla 10.</b> Efecto del factor temperaturas sobre la pérdida de peso (%) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ ).....	75
<b>Tabla 11.</b> Efecto del factor temperaturas sobre la firmeza (lb-f) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ ) .....	76
<b>Tabla 12.</b> Efecto del factor temperaturas sobre los SST (°Brix) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ ) .....	78
<b>Tabla 13.</b> Efecto del factor temperaturas sobre el pH durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ ).....	79
<b>Tabla 14.</b> Efecto del factor temperaturas sobre la acidez titulable (%) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ ).....	81
<b>Tabla 15.</b> Efecto simple de los métodos dentro de las temperaturas .....	85
<b>Tabla 16.</b> Efecto simple de las temperaturas dentro de los métodos .....	85
<b>Tabla 17.</b> Efecto simple de las temperaturas dentro de los métodos .....	95
<b>Tabla 18.</b> Efecto simple de los métodos dentro de las temperaturas .....	96
<b>Tabla 19.</b> Porcentajes promedio de pérdida de peso para los diferentes tratamientos.....	100

<b>Tabla 20.</b> Análisis de varianza para vida útil con respecto al porcentaje de pérdida de peso .....	105
<b>Tabla 21.</b> Prueba de significancia Tukey para temperaturas sobre la vida útil con respecto al porcentaje de pérdida de peso.....	105
<b>Tabla 22.</b> Prueba de significancia Tukey para métodos sobre la vida útil con respecto al porcentaje de pérdida de peso .....	106
<b>Tabla 23.</b> Prueba de Tukey para interacción "temperaturas x métodos" sobre la vida útil con respecto al porcentaje de pérdida de peso.....	106



## RESUMEN

El aguaymanto es una fruta que tiene una cubierta de cáliz el cual suele ser un inconveniente para su comercialización ya que no permite apreciar bien las características del fruto que algunas veces puede estar dañado o no apto para el consumo, por lo cual se planteó el uso de cera o cloruro de calcio para protegerlo de cambios que pudiera tener al retirar el cáliz, la aplicación de dos métodos (encerado e inmersión en cloruro de calcio) y dos temperaturas de almacenamiento (ambiente y de refrigeración) para evaluar el efecto de estos factores en sus características fisicoquímicas como: el porcentaje de pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales, pH y acidez titulable durante cinco semanas de almacenamiento, a su vez determinar la vida útil y la aparición de hongos. Se trabajó con frutos de un diámetro de  $17.46 \pm 1.13$  mm, procedente de la Estación Experimental Agraria Andenes de Cusco; los análisis estadísticos usados fueron: para las características fisicoquímicas el Diseño en Bloques Completamente al Azar y para la vida útil el Diseño Completamente al Azar, además de la ecuación de cinética de deterioro de alimentos y la aparición de hongos; para la determinación de hongos se consideró dos factores de estudio: temperatura y métodos de conservación. Los resultados con respecto a las características fisicoquímicas para el factor métodos fueron: mayor pérdida de peso y aumento de sólidos solubles totales tanto para “inmersión” como “encerado” al compararlos con la muestra testigo, para firmeza no hubo cambios significativos, para valores de pH y acidez titulable expresado en porcentaje en ácido cítrico los dos métodos mostraron mejores resultados que la fruta testigo; para el factor temperaturas: a refrigeración se obtuvieron mejores resultados en cuanto a porcentaje de pérdida de peso, firmeza, pH y acidez titulable que a temperatura ambiente, solo para sólidos solubles totales los resultados estadísticos fueron no significativos. Con respecto a la vida útil considerando un 10% de pérdida de peso como máximo, se aplicó la ecuación de cinética de deterioro de alimentos de acuerdo a la orden de reacción cero, con lo cual se obtuvo una vida útil de: 21 días para el método “encerado” a temperatura de refrigeración y 15 días a temperatura ambiente, mientras que para el método “inmersión” fue de 18 días a temperatura de refrigeración y 13 días a temperatura ambiente. En cuanto a la aparición de hongos los métodos empleados no influenciaron en la inhibición ni desarrollo de estos microorganismos.

**Palabras clave:** Aguaymanto, Encerado, Cloruro de calcio, Poscosecha.

## INTRODUCCIÓN

El Aguaymanto (*Physalis peruviana* L) es una planta herbácea, que en algunos lugares de nuestro país es considerada como maleza a la cual en las décadas pasadas no se le dio importancia a su cultivo, siendo desplazada por otras siembras, incluso ha sido objeto de ataques con el fin de erradicarla. Sin embargo, la Corporación Colombia Internacional la describe como “un fruto tropical con extraordinarias propiedades nutricionales y medicinales” como purificar la sangre, disminuyendo la albúmina de los riñones, fortificar el nervio óptico, limpiar las cataratas y aliviar las afecciones de garganta. Aunque su origen es peruano, actualmente se comercializa y conoce más en otros países que el nuestro. Desde los años ochenta hasta la presente fecha, el fruto del aguaymanto empieza a tener importancia comercial por sus características de aroma y sabor dulce, en los mercados nacionales y extranjeros como Canadá, Alemania y otros. Actualmente existen plantaciones comerciales con fines de exportación en Ecuador, Colombia, Chile y Sudáfrica principalmente (AMPEX, 2008).

El fruto del aguaymanto viene envuelta por un capuchón o cáliz el cual mantiene sus características fisicoquímicas y su vida útil por más tiempo (FAO, 2006); el cual a su vez es utilizado por los productores y comercializadores como un método visual para determinar su índice de madurez, el cual normalmente coincide con la coloración del fruto (Galvis *et al.*, 2005) y (AMPEX, 2008). También es usual que se presenten cálices verdes en frutos completamente maduros, lo cual es consecuencia de las condiciones climáticas (temperatura, radiación, nubosidad). Existe también el caso contrario, es decir, cálices amarillos y frutos totalmente verdes, cabe mencionar también que este cáliz puede ser atacado por enfermedades como el machorreo, mancha grasienta, mancha gris ploma, etc., los cuales pueden afectar o no el fruto, y ante esto, una alternativa es la extracción del cáliz, con lo cual la vida útil del aguaymanto disminuye considerablemente (Fisher *et al.*, 2005).

La calidad del aguaymanto se deteriora con el manejo y el paso del tiempo, razón por la cual se genera la necesidad de aplicar ciertos pre-tratamientos que deben realizarse antes del almacenamiento, los cuales son suplementarios al uso de la temperatura y humedad relativa, entre los que se encuentran la inmersión en cloruro de calcio y el encerado (FAO, 1989). Aunque en un inicio el cloruro de calcio solo se aplicaba a

manzanas en soluciones al 4-6% (FAO, 1989), hoy en día se puede ver que este es aplicado en una gran variedad de frutas ya sean exteriormente o en los denominados de “Cuarta Gama” (Olusola, 2002). Por su parte la cera para recubrir superficialmente ciertas frutas y hortalizas es usada principalmente como sustituto de la propia cera natural del producto que pudo haber sido removida durante el lavado y limpieza; estos tratamientos tienden a reducir la marchitez, el arrugamiento y mejorar la apariencia de los productos tratados, con lo cual la vida útil se mantiene o mejora según el producto que se trate (FAO, 1989).

Se ha estudiado el almacenamiento de este fruto con cáliz y sin cáliz, tanto en temperatura ambiente como en temperatura de refrigeración, en los cuales al fruto con cáliz se le da una vida útil de 20 días en temperatura ambiente mientras que ha temperatura de refrigeración posee una vida útil alrededor de un mes, mientras que el aguaymanto sin cáliz almacenado a temperatura ambiente se le da una vida útil máxima de tres días, mientras que en temperatura de refrigeración esta aumenta a cinco días (AMPEX, 2008). Aunque hay un estudio realizado en Ecuador donde al fruto sin cáliz a temperatura ambiente le da una vida útil de diez a trece días, mientras que a temperatura de refrigeración esta refiere una vida útil de 32 a 34 días (Benavides y Cuasqui, 2008); en otro estudio realizado también en Ecuador se evaluó el comportamiento del aguaymanto con cáliz y sin cáliz, donde se dedujo que el fruto con cáliz tuvo mejor respuesta a los sin cáliz, ya que hubo menor pérdida de peso y mantuvo mejor firmeza, también menciona que comercialmente el fruto con cáliz no tiene buena acogida, porque no deja ver el estado de la fruta (Nieto, 2010).

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entre los problemas que presenta el aguaymanto para aumentar su consumo y exportación, se tiene: La corta vida útil del fruto, la forma de presentación del fruto, la predisposición al rajado por ser una baya jugosa con una epidermis muy delgada, la disminución de la intensidad respiratoria, pérdida de peso, variación de acidez, aumento de sólidos solubles totales, cambios de pH, presencia de hongos y alteraciones en sus propiedades organolépticas; lo que hace necesario establecer un tiempo límite en el cual sus propiedades físicas y nutritivas permanezcan estables o con pérdidas no significativas durante la etapa de poscosecha.

Por tal motivo, se crea la necesidad de realizar esta investigación que va encaminada a determinar si la aplicación de estos métodos como el encerado e inmersión en cloruro de calcio tienden a mantener las características fisicoquímicas, disminuir la aparición de hongos o aumentar la vida útil del aguaymanto antes de llegar al consumidor final y que efecto tienen estos durante el almacenamiento a temperatura ambiente y de refrigeración. Para lo cual se plantea las siguientes interrogantes:

#### PREGUNTA GENERAL

¿La aplicación de dos métodos (encerado e inmersión en  $\text{CaCl}_2$ ) incrementa la conservación poscosecha del aguaymanto (*Physalis peruviana*) sin cáliz?

#### PREGUNTAS ESPECÍFICAS

¿El encerado e inmersión en cloruro de calcio afecta las características fisicoquímicas (pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales, pH y acidez titulable) del aguaymanto almacenado a temperatura ambiente y de refrigeración?

¿El encerado e inmersión en cloruro de calcio incrementa la vida útil del aguaymanto almacenado a temperatura ambiente y de refrigeración?

¿Uno de los dos métodos (encerado e inmersión en cloruro de calcio) inhibe la aparición de hongos en el aguaymanto almacenado a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración?

## 1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El encerado del fruto de aguaymanto (sin cáliz) usando cera de abejas, la cual fue emulsionada previamente con aceite vegetal, en una relación de 1:8, encontró que el encerado causó estrés en el fruto y afectó el metabolismo, reflejado en el aumento de su respiración con mayor producción de CO<sub>2</sub> que los frutos no encerados almacenados tanto a temperatura ambiente como a 4°C; también se observó que en los frutos encerados y refrigerados el máximo climaterio apareció cuatro días después que el máximo climaterio en el testigo; además disminuyó la pérdida de agua del fruto. Por lo tanto, se afirma que el estrés sufrido por el fruto al ser sometido al encerado es menor si se le aplica una refrigeración adicional (4°C); asimismo, en este tratamiento la firmeza del fruto y el contenido de los sólidos solubles se mantienen constantes por 41 días, en comparación con los otros tratamientos del ensayo. El tratamiento encerado produjo mejores características sensoriales en el fruto, en relación con el sabor y el aroma (Rodríguez, 2003 citado por Galvis *et al.*, 2005).

En frutos de uvilla (*Physalis peruviana*) fueron aislados mohos de la especie *Botrytis* para determinar la capacidad antimicótica del aceite esencial sobre el desarrollo en vidrio del hongo aislado, con lo cual se demostró que los tratamientos más efectivos se obtuvieron con el aceite esencial de canela a 250 y 500 ppm. Finalmente evaluó la actividad antifúngica del aceite esencial in situ sobre las frutas frescas a diferentes concentraciones, tiempo y temperatura; mediante el análisis del color, textura, sabor, olor, pH, acidez y recuento de hongos y levaduras. Estos experimentos mostraron que el aceite esencial de canela a 500 ppm combinado con el almacenamiento de la fruta a temperatura de refrigeración (5°C) fue el tratamiento más efectivo para reducir la pudrición fúngica y la pérdida de calidad de los frutos (Gonzales, 2010).

A partir de diferentes proporciones de almidón de yuca y proteína aislada de soya, se elaboraron películas comestibles, evaluándose el desempeño de las películas como recubrimiento sobre las fresas variedad *ventana* mediante la determinación de

propiedades sensoriales y fisicoquímicas: color, apariencia, aroma, sabor, textura, pH, acidez titulable y sólidos solubles totales a temperaturas ambiente y de refrigeración. En las formulaciones que contenían proteína se observó una mayor elasticidad, eventos térmicos a temperatura más baja comparados con los de las mezclas, una superficie más homogénea, permitiendo mejorar algunas propiedades del fruto durante su almacenamiento como la pérdida de peso. La realización de este trabajo permitió establecer que la inclusión de la proteína aislada de soya en la formulación de las películas comestibles mostró una interacción con el almidón mejorando sus propiedades mecánicas y su desempeño como recubrimiento sobre las fresas. Las únicas propiedades fisicoquímicas evaluadas en fresas que presentaron diferencias significativas entre los tratamientos utilizados fueron la pérdida de peso y el pH; propiedades de sólidos solubles totales, firmeza, acidez titulable no presentaron cambios significativos (Saavedra y Algecira 2010).

Mangos en estado de madurez comercial fueron sometidos a los siguientes tratamientos: a cera fría y agua caliente más cera fría, los cuales se almacenaron a 10°C (80 – 85% HR) por 21 días, seguido de 30°C (90 -95% HR) por 2 días y por último 5°C (90 -95% HR) por 12 días, al cabo del cual el tratamiento con cera resultó más ventajoso dado fundamentalmente por la disminución que ello provocó en la permeabilidad cuticular de los frutos (Pérez *et al.*, 2006).

Duraznos encerados con dos tipos de cera (Primafresh y Britex) y almacenadas en refrigeración, donde se analizaron las variables de peso, tamaño, madurez, sólidos solubles totales y acidez; mediante análisis estadístico se determinó que el durazno presentó mayor vida útil recubierto con cera y no mostró diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a sus variables ya mencionadas, solo que la cera Britex 521 retarda la maduración de la fruta en los primeros 15 días y en acidez mostró una diferencia significativa al 5% entre cera Britex y el testigo en el primer día, sin embargo al final no se obtuvieron los resultados esperados (que la fruta encerada mostrara mayor acidez) ya que las muestras cosechadas eran de distintos árboles, además como la prueba de acidez era destructiva no se pudo hacer un seguimiento continuo (Cortes, 2003).

Moras de Castilla fueron aplicadas con un recubrimiento comestible (RC) a base de un gel mucilaginoso de penca sábila para aumentar la vida útil en

almacenamiento a temperatura de refrigeración, analizando su comportamiento fisicoquímico, fisiológico, microbiológico y sensorial durante el período de almacenamiento. El gel mucilaginoso fue extraído de las hojas de penca sábila, diluido al 50% en agua destilada, se le adicionó cera carnauba como fase oleosa y se homogenizó. El RC fue aplicado a los frutos por inmersión y secado a temperatura ambiente, los frutos fueron empacados en cajas termoformadas y almacenados en refrigeración durante 10 días, los frutos control se sumergieron en agua destilada y se les realizó el mismo tratamiento posterior. Las variables estudiadas en ambos tratamientos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza y prueba de comparación múltiple con un nivel de confianza del 95%. Los frutos con RC mostraron una menor pérdida de peso (33% menos y una disminución de los sólidos totales solubles, el pH y la acidez titulable, conservando mejor estas propiedades a partir del día 3 hasta el día 10, en comparación de los frutos analizados como tratamiento control. También se obtuvo en los frutos con RC un retraso en la pérdida de firmeza, en el cambio de color, y en el crecimiento microbiano, manteniendo favorables los atributos sensoriales en comparación a los frutos sin recubrimiento. El uso del recubrimiento permitió aumentar la vida útil de mora 5 días más en comparación con la mora sin recubrimiento (Ramirez *et al.*, 2012).

Melocotones fueron tratados en poscosecha con  $\text{CaCl}_2$  al 1% (T1), 2% (T2) y 3% (T3) durante cinco minutos, mientras que (To) fue sin cloruro de calcio. Las frutas fueron almacenadas en cartones corrugados de (24" x 12" x 08" dimensión) y almacenados a  $10^\circ\text{C}$  y  $75\pm 5\%$  HR, determinando características fisicoquímicas como: pérdida de peso, firmeza del fruto, sólidos solubles totales y contenido del ácido ascórbico cada cuatro días. El análisis estadístico ( $P < 0.05$ ) mostró efectos en los parámetros de calidad del melocotón durante su almacenamiento. La firmeza del fruto decrece (1.9-0.6 kg), el ácido ascórbico (6.76-2.89 mg/100g), mientras que los sólidos solubles totales aumentan de (8.3-12.2 °Brix) y la pérdida de peso va de (0-11.92). Los resultados de las frutas tratadas con 1 y 2% de cloruro de calcio mostraron pequeñas mejoras mientras que las tratadas con 3% de  $\text{CaCl}_2$  tuvieron mejores resultados en sus análisis fisicoquímicos (Sohail *et al.*, 2014).

Mangos de la variedad Van Dyke fueron seleccionados por su sanidad y grado de madurez, fueron lavados y desinfectados; posteriormente se sumergieron en

soluciones de cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) en concentraciones de 0, 10, 15 y 20% (P/V) a temperatura ambiente; luego, los frutos se almacenaron a una temperatura de  $12^\circ\text{C}$  y HR de 85 a 90%, por 10, 20 y 30 días, con maduración complementaria de cinco días a  $18^\circ\text{C}$  y 70% de HR. El tratamiento con  $\text{CaCl}_2$  al 10% prolongó la vida útil del fruto, respecto de otros tratamientos y del testigo, permitiendo la maduración de los frutos luego del período de almacenamiento. Concentraciones 15 y 20% resultaron perjudiciales en la conservación del mango porque impidieron la maduración luego del almacenamiento; se pudo establecer una correlación directa entre el contenido de calcio en el exocarpio y el contenido de calcio en el mesocarpio de la fruta; esta relación resultó ser de tipo lineal donde las pérdidas de peso fueron inversamente proporcionales al contenido de calcio en la pulpa. Finalmente, se encontró que la combinación de la temperatura óptima de almacenamiento ( $12^\circ\text{C}$ ) y el tratamiento de  $\text{CaCl}_2$  en concentración adecuada (10%) permite prolongar la vida útil del mango, puesto que retrasa la maduración de los frutos (Galvis *et al.*, 2003).

La conservación de las propiedades organolépticas de fresas fueron evaluadas al aplicarles cloruro de calcio al 1% y una cubierta plástica sobre las fresas empacadas en bandejas con alveolos con y sin cobertura termoplástica, almacenados bajo refrigeración. Entre las variables evaluadas estaban: pérdida de masa fresca, firmeza de cascara, pH, acidez titulable y sólidos solubles totales (Brix), Vit. C y el contenido de azúcares reductores. Los resultados mostraron el efecto del  $\text{CaCl}_2$  al 1%, con el uso de películas plásticas, sobre la conservación de las propiedades evaluadas en la fresa. Los frutos tratados y envasados con cobertura plástica tuvieron la menor pérdida de masa fresca y cambios en el pH, sólidos solubles totales y un incremento del 4% de firmeza respecto al inicio, a los diez días de almacenados a  $5\pm 1^\circ\text{C}$  y  $80\pm 5\%$  de humedad relativa. Los frutos no tratados, envasados sin la cobertura, se conservaron por menos tiempo durante el almacenaje, atribuido al alto grado perecedero de la fruta (Nuñez *et al.*, 2012).

Con el propósito de analizar la influencia del  $\text{CaCl}_2$ , sobre la calidad de las fresas de la variedad Capitola para el consumo fresco, se ensayó su aplicación a una concentración de 0,7%, empacando los frutos con y sin este tratamiento en un tipo de envase plástico con y sin cobertura termoplástica, en condiciones de refrigeración comercial. Como resultado, se encontró que los frutos tratados y envasados con

cobertura termoplástica tuvieron la menor pérdida de peso y cambios en la textura, °Brix y acidez, durante un tiempo máximo de siete días de almacenamiento a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $95\pm 5\%$  de humedad relativa; mientras los frutos no tratados, pero envasados sin la cobertura, presentaron un incremento progresivo de su deterioro en el lapso de tres días, atribuido al alto grado percedero. En conclusión, el uso del  $\text{CaCl}_2$  al 0.7% y el tipo de envasado con una película de permeabilidad selectiva que promovió una atmósfera modificada pasiva, permitieron reducir las mermas de peso y la deshidratación de las fresas durante el almacenamiento sin que ocurriera daño por frío (García y Praderas, 2010).

Se hizo un estudio del comportamiento de ciruelas durante la poscosecha, donde se plantearon distintos diseños experimentales, durante cuatro campañas de producción, con los objetivos: Caracterización y distinción de ciruelas en diferentes estados de maduración, estudio de la evolución de las ciruelas almacenadas en refrigeración, estudio de la evolución de las ciruelas conservadas en atmósfera modificada y evaluación del comportamiento de las ciruelas durante la vida útil. El análisis de los resultados indica que el estado de maduración de las ciruelas en el momento de la cosecha es determinante. Las ciruelas se pueden conservar hasta 35 días con una calidad aceptable, tanto si se utiliza refrigeración como atmósfera modificada; después de su conservación en frío, las ciruelas pueden permanecer hasta 3 días a temperatura ambiente, manteniendo sus características sensoriales (Teles de Sousa, 2006).

Frutos de kiwi, fueron aplicados con  $\text{CaCl}_2$  al 2%, evaluando su influencia en el ablandamiento durante el almacenamiento refrigerado. Se realizaron 4 y 6 tratamientos respectivamente en cada huerto, T1: sin aplicación, T2: 17 aplicaciones (cada 7 días), T3: 9 aplicaciones (cada 15 días), T4: 1 aplicación de poscosecha ( $\text{CaCl}_2$  al 2%), T5: 4 aplicaciones (cada 7 días), T6: 2 aplicaciones (cada 15 días). La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron los 6,2-6,5 °Brix; posteriormente se realizó un proceso de curado a temperatura ambiente durante 48 horas. A la cosecha se evaluó: color externo e interno de fruto, firmeza de la pulpa (lb), sólidos solubles (°Brix) y otros. Posterior al curado, la fruta fue almacenada en aire a  $0^{\circ}\text{C}$ ; cada 15 días se evaluó firmeza de la pulpa y sólidos solubles hasta que el promedio de la firmeza de pulpa fue de 4 lb. Las aplicaciones de  $\text{CaCl}_2$  no afectaron los sólidos solubles ni la firmeza inicial de los frutos

de kiwi; el contenido de calcio aumentó, especialmente en el tratamiento T2, con el mayor número de aplicaciones de  $\text{CaCl}_2$ ; el color externo del fruto se afectó y el tratamiento T2 presentó los mayores valores de retención de firmeza de la pulpa (Galdames, 2006).

Papayas de la variedad criolla, fueron sometidas a tres tratamientos en poscosecha: inmersiones por cinco min con 0%, 1% y 4% de  $\text{CaCl}_2$ , donde entre otros factores se evaluaron °Brix, pH, porcentaje de acidez y firmeza. Los resultados fueron: En cuanto a pH el tratamiento de 4%  $\text{CaCl}_2$  presentó reducciones con respecto a los demás tratamientos y para °Brix solamente se presentaron diferencias de disminución con respecto al 1%  $\text{CaCl}_2$ , por lo que el aumento de concentraciones de calcio de 1% a 4% pudo haber tenido un efecto de retraso en la maduración interna de las frutas (Saborío *et al.*, 2000).

Mangos de la variedad *Tommy Atkins*, fueron tratadas con soluciones de  $\text{CaCl}_2$  a tres concentraciones (15%, 20% y 25%). La temperatura de la solución fue de 6°C y el tiempo total de inmersión de la fruta fue de una hora, almacenada a baja temperatura (10°C), con 90% de humedad relativa, encontrándose que la inmersión de la fruta en una solución de concentración del 15% de  $\text{CaCl}_2$  permite su conservación por un espacio de 38 días con un buen comportamiento de las características fisicoquímicas de °Brix, acidez y pH del producto, alcanzado su completa madurez fisiológica (Galvis y Hernández, 1994).

### 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.3.1. Objetivo General

Aplicar dos métodos (encerado o inmersión en  $\text{CaCl}_2$ ) para incrementar la conservación poscosecha del aguaymanto (*Physalis peruviana*) sin cáliz.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto del encerado o inmersión en  $\text{CaCl}_2$  sobre las características fisicoquímicas (pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales, pH y acidez titulable) del aguaymanto almacenado a temperatura ambiente y de refrigeración.

- Determinar la vida útil del aguaymanto sin cáliz sometido al encerado o inmersión en cloruro de calcio y almacenado a temperatura ambiente y de refrigeración.
- Analizar cuál de los dos métodos (encerado o inmersión en cloruro de calcio) inhibe la aparición de hongos en el aguaymanto almacenado a temperatura ambiente y de refrigeración.



## CAPITULO II

### MARCO TEORICO E HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEORICO

##### 2.1.1. Aguaymanto (*Physalis peruviana L*)

###### a). Descripción y ecotipos

La *Physalis peruviana L.* es una planta perenne, herbácea, semiarbustiva y fuertemente ramificada, en condiciones normales puede crecer entre 1,10 y 1,50 metros pero bajo condiciones de invernadero, con podas y espaldera, puede llegar a pasar los 2 metros (Fischer *et al.*, 2005). La AMPEX (2008) publica que el aguaymanto se considera una fruta climatérica, es decir que una vez separada de la planta, continúan todos sus procesos de maduración. Sin embargo (Galvis *et al.*, 2005), publica lo siguiente:

- Castañeda *et al.*, (2002), a través de mediciones por cromatografía líquida de alta eficiencia, comprobaron que el aguaymanto presenta un comportamiento de fruto climatérico.
- Villamizar *et al.*, (1993), utilizando el método volumétrico, encontraron que el aguaymanto en poscosecha presenta un comportamiento de fruto no climatérico.
- Rodríguez (2003) cuestiona que el aguaymanto se comporte como fruto climatérico, ya que el máximo de intensidad respiratoria, las mejores características sensoriales y la mejor relación de madurez (sólidos solubles totales/acidez total titulable) no coinciden entre sí, por lo que se clasifica como un fruto intermedio entre un comportamiento climatérico y no climatérico.

Es un cultivo que se adapta fácilmente a una amplia gama de condiciones climáticas, pero en los trópicos se adapta mejor en altitudes entre 1800 a 2800msnm y a temperatura entre 13 y 18°C; es susceptible a las heladas, necesita de buena iluminación y protección contra los vientos fuertes, requiere de una precipitación entre 1000 a 2000mm bien distribuidos en el año; crece en cualquier suelo bien drenado pero se desarrolla mejor en areno-arcillosos (FAO, 2006). A continuación se describen sus principales partes:

- **Raíz.-** Es fibrosa, pivotante y muy ramificada; presenta una profundidad promedio entre 0,5 y 0,8m (Fischer *et al.*, 2005).
- **Tallo.-** Es herbáceo y quebradizo, cubierto de vellosidades color verde y algo quebradizo de textura muy suave al tacto. En sus nudos posee varias yemas de donde nace una hoja, otra rama y una flor. Su altura promedio es de 1.8 metros (AMPEX, 2008).
- **Hojas.-** Son alternas, simples, pecioladas, acorazonadas y altamente pubescentes con un tamaño entre 5 a 15cm de largo y 4 a 10cm de ancho (FAO, 2006).
- **Flores.-** Son solitarias, pedunculadas, hermafroditas y en forma de campana, crecen en las axilas de las hojas y su corola es de color amarillo con puntos morados en su base (FAO, 2006).
- **Fruto.-** Es una baya carnosa de forma ovoide o globular, de 1.25 a 2.50cm de diámetro y con un peso entre 4 y 10g, cuando los frutos tienen un diámetro de 10 a 11mm, el tejido glandular, ubicado en la base interior del cáliz, produce una resina terpénica que cubre el fruto hasta su madurez, posiblemente, tiene funciones de repelente; está cubierto por un cáliz, formado por cinco sépalos. La piel del fruto es lisa y de color amarillo intenso hasta amarillo anaranjado en el grado de madurez de consumo. La estructura interior del fruto parece la de un tomate en miniatura; sin embargo la pulpa está constituida por tejido proveniente tanto del pericarpio como de la placenta y contiene de 100 a 300 semillas pequeñas de forma lenticular desprovista de hilos placentarios (Galvis *et al.*, 2005). Su sabor varía desde ácido hasta muy agrio (AMPEX, 2008).
- **Cáliz o Capacho del fruto.-** El cáliz que no es comestible, puede alcanzar en su estado húmedo unos 2g. mientras deshidratado solo pesa una décima parte. En el proceso de secado se debe considerar que el aire seco y caliente, durante un tiempo excesivo, puede afectar la composición cualitativa del fruto. Durante la poscosecha y comercialización, el cáliz brinda a los frutos protección contra el ataque de patógenos,

insectos, pájaros, condiciones climáticas extremas y daños mecánicos, también contra los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa (Galvis *et al.*, 2005).

– **Semillas.-** Su color es blanco crema y presentan forma elíptica (FAO, 2006). El parénquima presenta zonas vacías cuyo tamaño aumenta según su desarrollo y la madurez (Narváez, citado por Chicaiza 2008).

Aunque no se conocen variedades definidas de la especie *Physalis peruviana* L., se conocen tres ecotipos que se cultivan básicamente y que proceden de Kenia, Sudáfrica y Colombia, de donde han tomado sus nombres, que se diferencian por el color y el tamaño del fruto, por la forma del cáliz y por el peso de los frutos cuando maduran. Los ecotipos Sudáfrica y Kenia tienen un peso promedio de 6 a 10 gramos, mientras que los de origen Colombiano son más pequeños y pueden pesar entre 4 y 5 gramos. Así mismo muestra coloraciones vivas y mayor contenido de azúcar, cualidad que le brinda una ventaja en los mercados internacionales. En relación con el arquetipo de las plantas, también se presentan diferencias: el ecotipo Colombia es alto y de hojas pequeñas mientras que el ecotipo Sudáfrica se caracteriza por su porte bajo y hojas más grandes (AMPEX, 2008).

#### b). Clasificación Taxonómica

Según (Cronquist, citado por Encina 2010), es la siguiente:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solanae

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis peruviana* L.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 1.** Fruto de aguaymanto con cáliz y sin cáliz**c). Composición Fisicoquímica y Valor Nutricional****Tabla 1.** Contenido Nutricional del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) (por 100g de parte comestible)

Contenido	Tapia (2000)	Comunidad Andina (2004)	Bernal	FAO (2006)	Encina (2010)
Agua (%)	78,9	79,6	85,9	78,9	80,8 ±0,02
Proteína (g)	0,3	1,1	1,5	0,054	1,2±0,01
Grasa (g)	0,5	0,4	0,5	0,16	0,2±0,01
Carbohidratos (g)	19,3	13,1	11,0	19,6	14,9±0,01
Fibra (g)	4,9	4,8	0,4	4,9	1,78±0,02
Ceniza (g)	1,0	1,0	0,7	1,01	1,12±0,01
Calcio (mg)	8,0	7,0	9,0	8,0	
Fósforo (mg)	55	33	21	55,3	
Hierro (mg)	1,2	1,2	1,7	1,23	
Vitamina A (U.I.)	243*	648	1730	1460	2950
Tiamina (mg)	0,1	0,18	0,1	0,101	
Riboflavina (mg)	0,03	0,03	0,17	0,032	
Niacina (mg)	1,7	1,3	0,8	1,73	
Ác. ascórbico (mg)	43	26	20	43,0	28,55±0,10
Acidez total (g ácido cítrico/100ml fruto)					2,28±0,03
pH					4,08±0,01
Sólidos solubles (grados Brix)					12,50±0,05
Azúcares Reductores (g)					2,52±0,04
Índice de Madurez °Brix/%ácido					5,48±0,02

\* El contenido de carotenos fue convertido en equivalente de retinol (FAO/OMS, 1988).

Fuente: Tapia, Comunidad Andina y Bernal citados por Encina (2010)

De acuerdo con un estudio realizado por la Corporación Colombia Internacional, la Universidad de los Andes y el Departamento de Planeación Nacional de 1994, en diferentes regiones de Colombia se le atribuyen a esta planta propiedades medicinales tales como las de purificar la sangre, disminuir la albúmina de los riñones, aliviar problemas en la garganta, fortificar el nervio óptico, limpiar las cataratas y controlar la amibiasis. El fruto también contiene ácido cítrico, de ahí sus propiedades diuréticas (Ligarreto *et al.*, 2005). Además de contribuir contra la diabetes y la artritis incipiente y por su contenido de vitamina A se le considera un fruto carotenógeno (FAO, 2006).

#### **d). Operaciones básicas de acondicionamiento**

– **Cosecha.**- Se inicia entre los 3 y 5 meses después del trasplante, dependiendo de la altitud donde se establezca el cultivo; a mayor altura sobre el nivel del mar, mayor será el período de tiempo entre la siembra y la cosecha. Una vez que se inicia la cosecha, esta es continua y las recolecciones deben ser semanales, atendiendo el comportamiento del mercado y las condiciones climáticas de la zona. Existen varios métodos para definir el momento apropiado de la cosecha, sin embargo, el color del cáliz o capacho es el más utilizado por los productores y comercializadores (AMPEX, 2008).

La recolección del fruto se debe realizar dependiendo del destino que va a tener y del tiempo que va a permanecer en manejo poscosecha. Generalmente la característica utilizada para decidir el momento de cosecha es el grado de madurez fisiológica. Se recolecta desde que haya completado totalmente su madurez fisiológica, aunque todavía presente un color verde. El fruto se recolecta solamente cuando hay tiempo seco y las plantas estén totalmente secas. La cosecha se hace generalmente a mano cada 2 o 3 semanas, aunque algunos agricultores prefieren sacudir la mata y recoger los frutos que caen al suelo con el objeto de obtener mayor uniformidad en la madurez (FAO, 2006).

De acuerdo a la FAO (2006) las operaciones son:

– **Pelado.**- Dependiendo del mercado y de las exigencias del consumidor, el producto se presenta con o sin cáliz por lo que se debe dejar o separar del fruto; esta operación se realiza en el campo o en el centro de acopio manualmente.

- **Secado.-** Cuando el producto se va a presentar con cáliz, se debe realizar un secado para reducir la humedad de este; generalmente los frutos se extienden a temperatura de 12°C sobre láminas o mesones, evitando el apilamiento; se utilizan ventiladores, este proceso aproximadamente dura 8 horas y sin ventiladores hasta 3 días.
- **Limpieza.-** Se retiran los materiales extraños que trae el producto de campo; generalmente se hace una limpieza en seco por medio de ventilación.
- **Selección y clasificación.-** Se hace una selección de los frutos de acuerdo al tamaño, la madurez y la sanidad retirando los frutos que no reúnen los requisitos mínimos para el mercado; se realiza una clasificación del producto de acuerdo a su calidad.
- **Empaque.-** Para el manejo durante la cosecha y en los centros de acopio y comercialización, el producto se empaca en canastillas plásticas de 20Kg; para la presentación directa al consumidor, se puede empacar con cáliz o sin él, dependiendo de las exigencias del mercado y de la manipulación poscosecha; cuando se empaca sin cáliz se hacen en bolsas plásticas de 0.5 a 1.0Kg, en bandejas o en canastillas plásticas de tamaño pequeño (100 a 250 gramos) recubiertas con una película de PVC o de polipropileno microperforado; cuando se presenta con cáliz, se empaca en cajas de cartón de 3Kg de capacidad, en cestas de plástico de 125 gramos o en recipientes plásticos perforados de 250 a 450 gramos.
- **Almacenamiento.-** El aguaymanto se conserva más, si se almacena con cáliz que sin él; frutos con cáliz almacenados a una temperatura de 18°C y a una humedad relativa de 70% conservan su calidad aproximadamente por 20 días, mientras que los frutos sin cáliz a esas mismas condiciones solo conservan su calidad por 3 días; lo mismo ocurre en condiciones de refrigeración a 6°C y con 70% de humedad relativa, ya que el fruto con cáliz se puede almacenar hasta por 30 días, mientras que el fruto sin cáliz solo se puede almacenar por 5 días (FAO, 2006). Para el aguaymanto se recomiendan temperaturas entre 4 y 10°C, con un tiempo de conservación de alrededor de cinco semanas (Galvis *et al.*, 2005). El tiempo de almacenamiento posible depende de las condiciones de cultivo, la humedad del cáliz durante la cosecha y el tamaño del

fruto; frutos más grandes tienden a agrietarse. El daño o remoción del cáliz impide el almacenaje. En un recipiente sellado en atmósfera seca, los frutos se mantienen por unos meses, bajo una temperatura de 2°C pueden ser almacenados por cuatro a cinco meses; sin embargo, bajo esas condiciones pueden eventualmente aparecer infecciones fúngicas como *Penicillium sp.* ó *Botrytis sp.* (Dostert *et al.*, 2011).

**Tabla 2.** Condiciones y duración del aguaymanto, reportadas por diferentes autores

Autores	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Tiempo (días)	Anotaciones
National Research council (1989)	2		Varios meses	
Mercantila Publishers (1989)	14	80	1-2 meses	Ideal 12-15°C
Novoa y Bojacá (2004)	12	95	30	Con secado del cáliz a 18 o 24°C
López y Páez (2002)	7,5		33	
Villamizar et al (1993)	18	70	20	Fruto sin cáliz
	6	70	30	Fruto con cáliz
García y Torres (2005)	19	60	>30	Frutos con cáliz secado
			Algunos días	Frutos con cáliz húmedo
Rodríguez (2003)	4	72	41	Frutos encerados con cera de abeja Tratamiento cuarentenario de 16 días con poca influencia de las HRs
Alvarado et al. (2004)	1,5	88 y 68	34	
Ávila y Moreno (2004)	18	70 – 75	20	Con secado del cáliz a 18 o 24°C
Burbano (1989)	4		73	Sin secado del cáliz; en bandeja de icopor y sin vitafilm

Fuente: Fischer *et al.*, (2005)

– **Desinfección del fruto.-** No se recomienda eliminar la resina terpénica que cubre al fruto de la uchuva (Valencia, 1985; Gallo, 1992; Fisher, 1995) afirma que esta resina posiblemente tiene funciones de repelente; Alvarado *et al.* (2004) encontraron que la desinfección del fruto con hipoclorito de sodio acelera la maduración, pues

aumenta la intensidad respiratoria del fruto, sin embargo Díaz (2005), menciona que los gustos de los consumidores en diferentes países es comer aguaymantos sin la resina pegajosa sobre el fruto, especialmente en Estados Unidos (Galvis *et al.*, 2005).

- **Transporte.-** Para el transporte a largas distancias se utilizan furgones refrigerados, porque los problemas más característicos que se presentan en la post-cosecha son rajaduras, hongos en el cáliz, hongos en el fruto, ablandamiento, deshidratación, pudrición y cambios sensoriales (FAO, 2006).

### 2.1.2. Cambios Físicoquímicos en Poscosecha

Las mejores características sensoriales y la mejor relación de madurez (sólidos solubles totales/acidez total titulable) no coinciden entre sí, por tanto se clasifica como un fruto intermedio entre un comportamiento climatérico y no climatérico, el climaterio puede ser causado por el estrés de la separación del fruto de la planta o los tratamientos usados en la posrecolección (Rodríguez, 2003 citado por Fischer *et al.*, 2005). Sin embargo hay observaciones de que el aguaymanto presenta un aumento notorio en la evolución del etileno durante la fase de la maduración, donde se encontró que el etileno aumenta 45 veces su concentración inicial, y hasta 70 veces cuando el fruto entra en estado de sobremadurez; otra razones para el aumento de la producción de etileno son estrés, por ejemplo heridas en el fruto (también inducidas por la eliminación del cáliz), rajado, daños físicos y ataques de enfermedades y plagas (Trincherro *et al.*, 1999 citado por Fisher *et al.*, 2005).

#### a). **Transpiración o Pérdida de Agua**

La transpiración es el proceso a través del cual el producto fresco pierde agua, con las correspondientes pérdidas de peso, alteración del aspecto (arrugamiento, marchitamiento), de la textura (ablandamiento, flacidez y pérdida de la jugosidad) y el valor nutritivo. En general se considera que el marchitamiento es inaceptable cuando se pierde el 5% del peso que tenía el producto en el momento de la recolección (Gil, 2001). La mayoría de las frutas y hortalizas, cuando han perdido el 5-10% de su contenido en humedad, presentan claros signos de marchitamiento como resultado de la plasmólisis celular (Rahman 2003, citado por Benavides y Cuasqui 2008).

Toda fruta fresca cosechada pierde agua como vapor desde los espacios intercelulares por transpiración. El límite para la aparición de signos de marchitamiento es entre 3 y 5% del peso, pudiendo perderse además aroma, sabor, firmeza, fragilidad y acelerarse la maduración. La fruta con mayor proporción superficie/volumen, la fruta chica pierde más agua que la grande de las mismas características en un cuerpo esférico. Los principales causantes de la pérdida de peso fresco en lo producto agrícola son los procesos de transpiración y respiración; así mismo, el déficit de presión de vapor de agua entre el fruto y el ambiente generan grandes pérdidas de agua lo cual se refleja en una reducción significativa del peso fresco; entre mayor sea el déficit mayor será la pérdida del peso fresco en el fruto (Botero, 2002 citado por Lancho *et al.*, 2007). Las heridas superficiales aumentan la pérdida de agua al no existir la protección cuticular entre ellas (Gil, 2001).

Aguaymantos almacenados a 7.5°C alcanzaron pérdida de hasta 5% en el día 16, mientras que frutos almacenados a 18°C presentaron esta pérdida en el día 13 esto en humedad de 85% (López y Páez, 2002). Sin embargo también se recomiendan para frutos sin cáliz, colocar el fruto a temperatura ambiente (18°C) durante tres días a 6°C durante 5 días, con humedad relativa del 70% (Villamizar *et al.*, 1993 citado por Galvis *et al.*, 2005).

El Aguaymanto (*Physalis peruviana*) sin cáliz almacenado en temperatura ambiente (18- 21°C) a los 7 días tiene una pérdida de peso promedio 5.11% al día 7 y de 8.33% al día 14; en cambio almacenada a temperatura de refrigeración (6°C±2) tiene una pérdida de 2,46% en promedio al día 7, 4.50% al día 14, 7.78% al día 21, 9.95% al día 28 y 12.86% al día 35 (Benavides y Cuasqui, 2008).

La pérdida de peso del aguaymanto ecotipo Golden Keniana fue directamente proporcional al tiempo de almacenamiento, teniéndose en temperatura ambiente (19°C) una pérdida de peso de 4.41% a los 5 días y 14.62% a los 10 días; y en temperatura de refrigeración (8°C±1) 2.35% de pérdida de peso a los 5 días y de 13.66% a los 10 días; lo cual muestra una diferencia altamente significativa. La deshidratación de los frutos fue evidente a partir de los 20 días tiempo considerado como adecuado para la

conservación en frío de los frutos de aguaymanto, debido a que la apariencia externa de los frutos es buena y la pérdida es menor (Nieto, 2010).

**b). Ablandamiento de la pulpa y firmeza**

La maduración de muchos frutos se caracteriza por el ablandamiento de la pulpa, este ablandamiento se debe a diferentes factores, entre ellos la acción de las enzimas hidrolasas en la pared de la célula que actúan sobre la pectina (Galvis *et al.*, 2005); el etileno puede promover la actividad de éstas. En caso del aguaymanto, las enzimas responsables de la solubilización de la pectina pertenecen al grupo de las glicosidasas, mientras la actividad de la poligalacturonasa durante el ablandamiento del fruto fue baja (Trincherro *et al.*, 1999 citado por Fischer *et al.* 2005).

A medida que se va desarrollando la maduración se reduce la dureza de los frutos debido a la formación de ácido péctico, ácido pectínico y pectina, a partir de la protopectina que se encuentra en la laminilla media y en la pared primaria de las paredes celulares que producen gelificación (Calderón, 1993 citado por Lancho *et al.*, 2007). Las sales de calcio actúan como agentes reafirmantes, debido a que los iones de calcio actúan sobre las cadenas de pectina, para formar puentes entre éstas, aumentando la fuerza de la pared celular tanto en tomates como en otras frutas y hortalizas (Contreras *et al.*, 2011 citado por Rincón y Martínez, 2015).

La protección de tipo físico o modificación del ambiente puede favorecer los frutos, evitando alteraciones externas; además se debe considerar que las bajas temperaturas pueden limitar la actividad y la velocidad de la enzima encargada de la degradación de la pared celular (poligalacturonasas, pectinmetilesterasas y celulasas) (Guadarrama, 2001 citado por Lancho *et al.*, 2007).

La firmeza de una fruta es la consistencia del tejido, que no cede fácilmente a la presión o impacto, la cual es medida como la fuerza necesaria para empujar una onda cilíndrica hasta una determinada profundidad en la pulpa, generalmente con ruptura, que se determina destructivamente con aparatos llamados penetrómetros o presiómetros (Gil, 2001). La firmeza de una fruta disminuye a medida que avanzan los procesos de maduración como consecuencia de una reducción del almidón presente, el cual genera amilasas por la activación del etileno; a su vez, éstas producen dextrinas y glucosa. A

medida que empieza la senescencia del fruto, la pectina se disuelven (pasan de la pared celular al agua del jugo) y, por tanto, disminuyen merced a la acción de la poligalacturonasas que degradan la pectina generando ácido galacturónico libre, el cual produce un encharcamiento y ablandamiento del fruto (Rodríguez, 2003 citado por Lancho *et al.*, 2007). La resistencia de la fruta a la penetración guarda proporción positiva con su firmeza, entre algunos factores que influyen en el ablandamiento que involucra a las paredes celulares son: la elevación de la temperatura y la fruta cosechada más inmadura o la de calibre más grande. (Gil, 2001).

Para la uchuva (*Physalis peruviana*) ecotipo Colombia en estado de maduración 4 de acuerdo a la norma ICONTEC NTC 4580 de 1999 almacenada a 7°C por cuatro semanas, registra 1,5 lb-f de firmeza. En aguaymantos almacenados a temperatura de  $7,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$  hasta la tercera semana la firmeza se fue manteniendo alrededor de 1,5 lb-f (Lancho *et al.*, 2007).

### c). **Potencial de Hidrógeno (pH)**

El pH de un alimento es la medida de su acidez o alcalinidad, la mayoría de las bacterias patógenas crecen en alimentos de pH neutro a alcalino. Generalmente, en los alimentos que poseen un pH menor de 4.5 no se desarrollarán bacterias patógenas. El alimento se conserva mejor pero debe tenerse en cuenta que es más susceptible a daños por hongos y/o levaduras. Los rangos de pH de crecimiento de las bacterias oscilan entre 5-8 (4-9), las levaduras: 1,5-8 y los mohos: 1,5-11 (Luna y Aguilar, 2011).

El pH celular es muy importante en la regulación del metabolismo; en frutos más del 90% del volumen celular es ocupado por la vacuola, que es muy ácida y tiene un pH inferior a 5 (Novoa *et al.*, 2006 citado por Lancho *et al.*, 2007).

En aguaymantos almacenados a temperatura de  $7,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$  hasta la tercera semana el pH fue de 3.95 (Lancho *et al.*, 2007); y en Benavides y Cuasqui (2008) al inicio tanto en temperatura ambiente (18 - 21°C) y temperatura de refrigeración ( $6 \pm 2^\circ\text{C}$ ) presentan un valor de 3.73 y al día 14 en temperatura ambiente es de 3.98 y en temperatura de refrigeración es de 3.92; los cuales son considerados resultados no significativos.

Para la uchuva (*Physalis peruviana*) ecotipo Colombia en estado de maduración 4 de acuerdo a la norma ICONTEC NTC 4580 de 1999 almacenada a 7°C por cuatro semanas, registra pH de hasta 4.9 (Lanchero *et al.*, 2007).

#### **d). Sólidos Solubles Totales**

El contenido de sólidos solubles totales está constituido por 80 a 95% de azúcares; la medida de °Brix se encuentra asociada con los azúcares disueltos en el jugo celular; el aumento de azúcares es producto de la hidrólisis del almidón y/o la síntesis de la sacarosa, así como de la oxidación de ácido consumido en la respiración (Hernández, 2001 citado por Lanchero., *et al* 2007). Este metabolismo y consecuentemente la síntesis de azúcares es frenado por las bajas temperaturas de tratamiento (Wills, 1998 citado por Benavides y Cuasqui, 2008).

La maduración se refleja, entre otros aspectos, por el comportamiento de los sólidos solubles totales medido como °Brix (Fischer y Martínez, 1999 citado por Lanchero *et al.*, 2007), el cual se determina con refractómetro de mano (Gil, 2001).

Los frutos del Aguaymanto son ricos en azúcares (11 a 20 g de carbohidratos digeribles en 100g de peso fresco) se caracteriza por una mayor concentración de sacarosa, con un contenido de unas 2,5 veces mayor que el de glucosa y fructosa; estos frutos en su forma madura contienen entre 13 y 15°Brix y los frutos pintones entre 9 y 13°Brix (Galvis *et al*, 2005).

Para la Aguaymanto (*Physalis peruviana*) ecotipo Colombia en estado de maduración 4 de acuerdo a la norma ICONTEC NTC 4580 de 1999 almacenada a 7°C por cuatro semanas, registra más de 13,46 de SST (Lanchero *et al.*, 2007). En la investigación para frutos en estado de madurez tres con temperaturas de 18°C – 21°C y 6°C ±2 no afectan significativamente el valor ya que en un inicio este valor fue de 14.1 y al día 14 en la temperatura alta fue de 14.47 y a temperatura baja 14.57 (Benavides y Cuasqui, 2008).

#### e). Ácidos Orgánicos Mayores

Se encuentran como ácidos simples o como sales, cumpliendo funciones metabólicas o almacenados como vacuolas, también son importantes componentes del sabor de la fruta. La síntesis de ácidos orgánicos ocurre a partir de azúcares o de otros ácidos y la degradación es por respiración o por conversión en azúcar, disminuyendo durante la maduración, ya que son usados como sustrato de respiración o como estructura de otras sustancias sintetizadas (Gil, 2001).

Generalmente se considera que la acidez titulable decrece en cuanto avanza el proceso de maduración; los ácidos orgánicos son sustratos utilizados durante la respiración, por lo que la maduración supone un descenso en la acidez (Guzmán y Segura, 1989 citado por Lanchero., *et al* 2007).

En el aguaymanto el principal ácido orgánico es el cítrico, seguido por el málico, el ascórbico y el oxálico, respectivamente, que disminuyen durante la maduración, En frutos maduros posee una acidez titulable entre 1,6 a 2,0 % (Galvis *et al.*, 2005).

Para la uchuva (*Physalis peruviana L.*) ecotipo Colombia en estado de maduración 4 de acuerdo a la norma ICONTEC NTC 4580 de 1999 almacenada a 7°C por cuatro semanas, conserva hasta la segunda semana una acidez entre 1.6% (Lanchero *et al.*, 2007). En la investigación realizada por Benavides y Cuasqui (2008) las temperaturas de almacenamiento de 18°C – 21°C y 6°C ±2 es no significativa hasta el día 14 ya que en ambas temperaturas empiezan con un valor de 1.931 en porcentaje de acidez titulable y en temperatura alta termina con 1.760 y en temperatura baja con 1.678 en estado de madurez tres.

#### f). Índice de Madurez

El índice de madurez es la identificación del momento para realizar la cosecha de los frutos. Los “índices de madurez” indican, por cambios perceptibles, que el fruto ha llegado a su desarrollo a la “madurez fisiológica” que le permitirá alcanzar madurez de consumo una vez se separe de la planta (Almanza y Espinosa citado por Fisher *et al.*, 2005), En el caso del Aguaymanto el índice de madurez más utilizado por los

productores y comercializadores es la determinación visual a través del color de cáliz, que coincide totalmente con la coloración del fruto (AMPEX, 2008).

Estudios de conservación a temperatura ambiente (18°C), encontraron que el punto óptimo de cosecha se presenta cuando el cáliz o capacho muestra color verde con visos amarillos (Angulo *et al.*, 2005 citado por Fisher *et al.*, 2005); en estas condiciones los frutos provenientes de la región de Granada (Cundinamarca) coincidió con el punto más bajo de la curva respiratoria a los 56 días después de plena floración, en este caso los frutos presentaron 12,7°Brix, 3.52 de pH y 1.215g de ácido cítrico por 100g de fruta fresca (Castañeda y Paredes 2003 citado por Fisher *et al.*, 2005).

Un índice de madurez es cualquier cambio de aspecto visual, fisiológico o bioquímico relacionado con la maduración de la fruta que pueda ser fácilmente detectado y cuantificado para establecer normas (Gil, 2001).

La madurez ha sido definida como la transición entre el desarrollo y la senescencia de los frutos, la maduración se caracteriza por una serie de cambio de sabor, consistencia, color y aroma; muchos de estos cambios son observables físicamente y para otros cuantos, se requieren análisis. El índice de madurez determina el grado de maduración de lo fruto como resultante de la relación entre los sólidos solubles totales y el porcentaje de acidez de los frutos (Landwehr y Torres, 1995 citado por Lanchero *et al.*, 2007).

Un fruto tropical como el aguaymanto, en su óptima madurez, muestra la mayor cantidad de carbohidrato y a su vez presenta la menor cantidad de acidez (Pantástico, 1981 citado por Lanchero *et al.*, 2007). El índice de madurez comercial es determinado según el cambio de color del cáliz que corresponde al cambio de color del fruto de verde a amarillo, con alrededor de 13°Brix (Galvis *et al.*, 2005).

### 2.1.3. Vida Útil

Para predecir la vida útil de un producto es necesario en primer lugar identificar y/o seleccionar la variable cuyo cambio es el que primero identifica el

consumidor como una baja en la calidad del producto (Brody, citado por Luna y Aguilar 2011). Para mantener o mejorar las características originales del producto alargando su vida útil sin que se pierdan las características sensoriales y nutricionales, asegurando además la estabilidad microbiológica las más usadas son desinfectantes, atmosferas modificadas, el empleo de agentes antioxidantes, la aplicación de compuestos antimicrobianos y más recientemente el empleo de películas comestibles (Martín *et al.*, citado por Sucapuca 2013).

#### a). Cinética del Deterioro de los Alimentos

La cinética de deterioro de los alimentos se puede expresar matemáticamente por medio de ecuaciones de relación. Aplicando los principios fundamentales de la cinética química, los cambios en la calidad de los alimentos pueden, en general, expresarse como una función de la composición de los mismos y de los factores ambientales.

Para un atributo de calidad  $Q$  se puede escribir la expresión general:

$$\pm \frac{dQ}{dt} = kQ^n \dots \dots \dots Ec. (1)$$

Donde  $\pm$  se refiere al incremento o disminución del valor del atributo  $Q$ ,  $k$  es la pseudo constante de velocidad de reacción cuando esta se desplaza hacia la derecha y  $n$  es el orden aparente de esta reacción. Se asume que los factores ambientales tales como temperatura, humedad, luz, así como las concentraciones de los otros componentes permanecen constantes.

Para que un atributo de calidad disminuya con el tiempo, la ecuación anterior se puede escribir así:

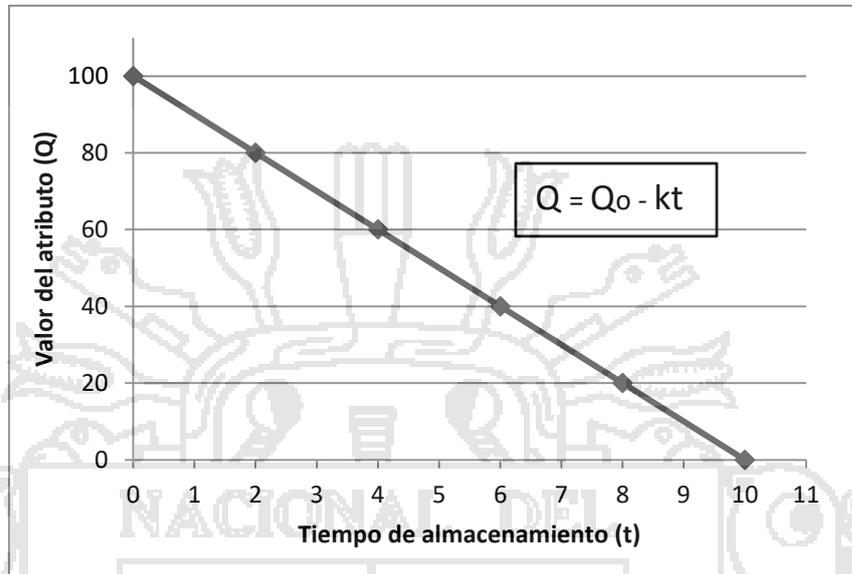
$$- \frac{dQ}{dt} = kQ^n \dots \dots \dots Ec. (2)$$

Para que un atributo de calidad aumente con el tiempo, la ecuación se puede escribir de la forma siguiente:

$$\frac{dQ}{dt} = kQ^n \dots \dots \dots Ec. (3)$$

**b). Reacción de Orden Cero**

Consideremos un atributo de calidad Q, que disminuye de forma lineal durante el periodo de almacenamiento, como se observa en la figura 2:



Fuente: Luna y Aguilar (2011)

**Figura 2.** Disminución de un atributo de calidad durante el almacenamiento del alimento. Reacción de Orden Cero

Una disminución lineal del atributo implica que su variación con respecto al tiempo constante, y que, por lo tanto, la pérdida de dicho atributo no depende de su concentración. La relación lineal entre atributo y tiempo se obtiene cuando la reacción es de orden cero, por lo tanto si en la ecuación 2 se hace  $n = 0$ , tendremos:

$$-\frac{dQ}{dt} = k \dots \dots \dots Ec. (4)$$

Integrando esta ecuación se tiene:

$$Q = Q_0 - kt \dots \dots \dots Ec. (5)$$

Donde  $Q_0$  representa el valor inicial del atributo de calidad y Q es el valor que toma dicho atributo después de transcurrido el tiempo t.

Si el final de la vida útil,  $t_{\text{útil}}$ , se alcanza cuando el atributo de calidad toma un cierto valor, llamado  $Q_f$ , tenemos:

$$Q_f = Q_0 - kt_{util} \dots \dots \dots Ec. (6)$$

En consecuencia, la vida útil  $t_{util}$  será (Caps y Abril, citado por Luna y Aguilar 2011):

$$t_{util} = \frac{Q_0 - Q_f}{k} \dots \dots \dots Ec. (7)$$

**c). Reacción de primer orden**

Considerando la figura 3, en la que el atributo de la calidad Q disminuye de forma exponencial durante el periodo de almacenamiento. En este caso, el ritmo de pérdidas del atributo de calidad depende de la cantidad que quede del mismo, y esto implica que a medida que el tiempo avanza y el atributo de calidad disminuye la velocidad de reacción es cada vez menor. La relación exponencial entre el atributo de calidad disminuye la velocidad de reacción es cada vez menor, la relación exponencial entre el atributo de calidad y el tiempo se puede explicar con una reacción de primer orden,  $n= 1$ , por lo tanto la ecuación (2) quedaría:

$$- \frac{dQ}{dt} = kQ \dots \dots \dots Ec. (8)$$

Integrando se obtiene:

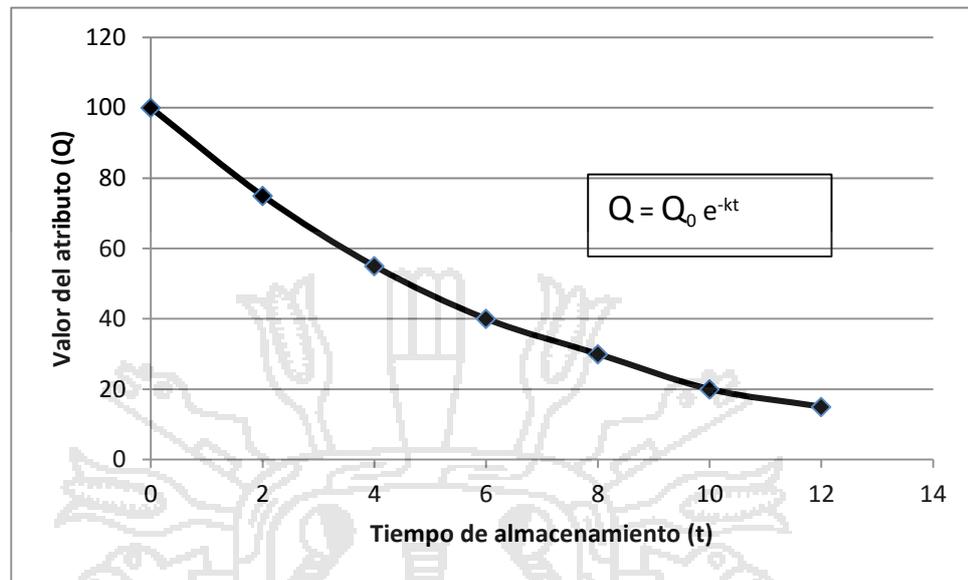
$$- \ln \frac{Q}{Q_0} = kt \dots \dots \dots Ec. (9)$$

Donde Q es la cantidad de atributo que queda en el tiempo t.

$$\ln Q = \ln Q_0 - kt \dots \dots \dots Ec. (10)$$

Que en la forma exponencial sería:

$$Q = Q_0 e^{-kt} \dots \dots \dots Ec. (11)$$



Fuente: Luna y Aguilar (2011)

**Figura 3.** Disminución de un atributo de calidad durante el almacenamiento del alimento. Reacción de Primer Orden

Como en el caso anterior, el final de la vida útil se alcanzará cuando el atributo de calidad tome el valor  $Q_f$ , por lo que tendremos:

$$\ln Q_f = \ln Q_0 - kt_{util} \dots \dots \dots Ec. (12)$$

$$t_{util} = \frac{\ln Q_0 - \ln Q_f}{k} \dots \dots \dots Ec. (13)$$

**d). Vida útil del aguaymanto**

El tiempo de vida del aguaymanto con capacho es de un mes mientras que sin capacho es de 4 a 5 días aproximadamente. De acuerdo con algunas investigaciones, el aguaymanto sin cáliz o capacho, se puede almacenar hasta por tres días a 18°C y 70% de humedad relativa y hasta por cinco días a 6°C y 70% de humedad relativa. En el mismo estudio los frutos con cáliz o capacho almacenados a 18°C y 70% de humedad relativa conservaron su calidad por 20 días y refrigerados a 6°C y 70% de humedad relativa hasta 30 días de almacenamiento. Al final del almacenamiento los frutos pueden presentar daños relacionados con deshidratación, ruptura del cáliz y rajaduras en el fruto (AMPEX, 2008).

El Aguaymanto (*Physalis peruviana*) sin cáliz almacenado en temperatura de refrigeración ( $6^{\circ}\text{C} \pm 2$ ) se conserva de 32 a 34 días y almacenado en temperatura ambiente ( $18 - 21^{\circ}\text{C}$ ) se conserva de 10 a 13 días (Benavides y Cuasqui, 2008).

Los frutos de aguaymanto almacenados con su cáliz, se pueden conservar 15 días aproximadamente manteniéndola a una temperatura de 17 a  $19^{\circ}\text{C}$  con una humedad relativa cercana al 70%. Este tiempo puede prolongarse a más de un mes si la temperatura que se usa esta entre 4 y  $6^{\circ}\text{C}$  (Betancourt, citado por Gonzales, 2010).

En aguaymantos tratados con aceite esencial de canela en una concentración de 250ppm y almacenadas a  $21^{\circ}\text{C}$  poseen un periodo de vida útil de aproximadamente 21 días, mientras que en el tratamiento con aceite esencial de canela en una concentración de 500ppm y almacenadas a una temperatura de  $5^{\circ}\text{C}$  se determinó un periodo de vida útil de aproximadamente 30 días (Gonzales, 2010).

#### **2.1.4. Tipos de podredumbre en aguaymanto**

Según Dostert *et al.* (2011), el aguaymanto sufre infecciones fúngicas causadas por *Penicillium sp.* o *Botrytis sp.* Por lo que a continuación se describirá algunos aspectos básicos de estos mohos, de acuerdo al color de podredumbre.

##### **a). Podredumbre verde**

Esta podredumbre, denominada también moho verde, tiene su origen en el hongo *Penicillium digitatum*; el cual ataca al fruto en el campo, almacén transporte y distribución, en la superficie de cualquier lesión puede comenzar su desarrollo, inicialmente como tenue vegetación esponjosa con aspecto de fieltro, los esporangios, de color blanco, pero cambia rápidamente a una coloración entre verde amarillenta y verde gris. Paralelamente a la aparición del moho, los tejidos del fruto, en particular la corteza, pierden su consistencia, se reblandecen y adquieren, previamente a su aparición, un aspecto húmedo. La infección progresa con rapidez y puede llegar a invadir toda la superficie de la fruta. Las esporas son secas y se separan con facilidad de sus estructuras portadoras en forma de nube pulverulenta (Agusti, 2003).

**b). Podredumbre azul**

Esta podredumbre denominada también moho azul, tiene su origen en el hongo monoliáceo *Penicillium italicum*; este se presenta en frutos que previamente hayan sido afectados por otras enfermedades de origen micológico. La sintomatología de su ataque se caracteriza por la presencia de una podredumbre blanda, que con el tiempo se cubre de una mohosidad entre azul-verdosa y verde-grisácea, que se corresponde con una capa de conidios (espora) secos. Su presencia se ve favorecida cuando el ambiente en el campo es relativamente seco (70% humedad relativa). También en este caso las esporas se separan fácilmente formando una nube de polvo azulado. Su presencia es mayoritaria en partidas afectadas y almacenadas a temperaturas del orden de 4°C (Agusti, 2003).

**c). Podredumbre gris**

Esta podredumbre es originada por *Botrytis cinerea*, la temperatura óptima de infección se encuentra entre 10 y 20°C (Elad, 1996 citado por Poveda, 2006) y bajo condiciones adecuadas de humedad (>80%) y de temperatura suave ( $\geq 12^{\circ}\text{C}$ ) (presenta una temperatura óptima de desarrollo de 18°C). puede penetrar directamente en el fruto a través de su cutícula, aunque ésta no esté dañada, una vez introducido el micelio en el interior de los tejidos del fruto, su evolución es muy rápida, comenzando por sintetizar enzimas pectolíticas que reblandecen aquellos, dando lugar a una podredumbre blanda, y probando la pérdida de líquidos; con el tiempo, la corteza del fruto va adquiriendo una coloración marrón, más o menos oscura, pero permanece firme (Agusti, 2003). En cuanto al desarrollo macroscópico, el hongo presenta colonias de crecimiento moderado de color blanco o gris dependiendo del medio empleado, éstas pueden ser de tipo micelial o esclerocial; las colonias de tipo micelial son de crecimiento rápido, abundantes, algodonosas y de color pardo, mientras que las de tipo esclerocial son de crecimiento lento, de micelio escaso inicialmente de color blanco y a medida que van envejeciendo se tornan gris pardo con abundantes esclerocios de color negro distribuidos irregularmente en el medio (Ávila, 1993, citado por Poveda, 2006).

En el aguaymanto tratado con aceite esencial de canela se obtuvo aislamientos de *Botrytis* sp, el cual en su fase inicial presentó características microscópicas claras como colonias algodonosas de color blanco que al transcurrir del tiempo cambiaron a una coloración café oscuro. En los ensayos realizados a temperatura ambiente (21°C) de almacenamiento, la fruta presentó síntomas de *botrytis*, al día 18, y se incrementa en

días posteriores. En los ensayos realizados a temperatura de refrigeración (5°C) la fruta muestra almacenada fue atacada por hongos en el día 28, con un incremento mínimo en días posteriores. A lo largo del estudio, la humedad se mantuvo relativamente constante lo que permitió de un u otra forma la presencia de estos microorganismos, bien sea en fase de latencia o desarrollándose normalmente según la temperatura de almacenamiento (González, 2010).

En el Aguaymanto (*Physalis peruviana*) sin cáliz almacenado en temperatura de refrigeración (6±2°C) entre los días 29 y 35 se hace visible la presencia de hongos; y almacenado en temperatura ambiente (18 -21 °C) entre los días 8 y 13 se evidencia la presencia de mohos (Benavides y Cuasqui, 2008).

### **2.1.5. Tratamientos y Técnicas Poscosecha**

Dependiendo del mercado pueden aplicarse ciertos tratamientos a cultivos específicos durante su manejo en la estación de empaque, o en una etapa posterior. Estos tratamientos son suplementarios al uso de la temperatura y vale la pena enfatizar que ninguno de ellos puede sustituir la utilización, de temperaturas y humedad relativa óptima para prolongar la vida de almacenamiento más allá de lo que sería posible cuando solamente se utiliza el control de la temperatura y la humedad relativa. En la tabla 3 se muestra los tratamientos de poscosecha más comunes para varias frutas (FAO, 1989).

#### **a). Tratamientos con cloro**

El cloro se emplea como tal o en forma de derivados que lo liberen como el hipoclorito de sodio; el cloro destruye rápidamente a los microorganismos, actúa sobre todo contra las bacterias, incluidas las esporas, levaduras y hongos, pero también contra algas, protozoos y muchos virus; este efecto se basa en su fuerte acción oxidante y en su rápida combinación con las proteínas. Ambas reacciones provocan numerosas alteraciones en el metabolismo de los microorganismos. La presencia de materia orgánica disminuye sensiblemente la acción del cloro al combinarse en parte con él. El cloro reacciona también con el amoníaco y los compuestos amónicos, perdiendo su actividad (Alcázar, 2002).

Estudios recientes demuestran que el cloro y sus derivados clorados siguen siendo los higienizantes más efectivos para la desinfección del agua del lavado. Así el cloro y sus derivados utilizados en dosis óptimas junto con un sistema de prelavado que elimine la materia orgánica. En general, las reducciones microbianas obtenidas con el agua clorada aumentan cuando la concentración y la proporción agua/producto aumenta. Sin embargo, el tiempo de lavado parece que no tiene un gran efecto en la reducción microbiana ya que cuando se incrementa de 1 a 2 minutos, la eficacia del tratamiento no aumenta (Gil *et al.*, 2009).

**Tabla 3.** Tratamientos poscosecha para frutas

Tratamiento	Productos tratados	Puntos de aplicación	Función
1. Cloruro de calcio	Manzana	Pulverización o inmersión en la pre-selección	Prevención de la degradación de la pulpa
2. Eliminación del color verde	Naranja, pomelo, tomate, otros	Antes del lavado	Mejora la apariencia
3. Fungicida	Plátano, cítricos, piña, otros	Después del lavado	Control de enfermedades.
4. Inmersión en agua caliente	Mango, papaya	Después del lavado	Control de enfermedades y estimulación de la maduración.
5. Recubrimiento de la superficie	Cítricos, piña	Después del lavado	Reduce la deshidratación, mejor prolonga el almacenamiento.
6. Fumigación	Uvas, frutas de exportación	Después de la cosecha y durante el almacenamiento	Control de la pudrición e infestación
7. Vapor caliente	Cítricos, mango, papaya, piña	Antes o después del embarque	Requisitos de cuarentena
8. Exposición a baja temperatura	Frutas de árboles caducos	Antes y durante el viaje en barco	Requisitos de cuarentena
9. Maduración	Plátanos, palta, mango	Bodegas de maduración en mercados mayoristas	Hace comestible la fruta.

Fuente: FAO (1989)

#### b). Uso de sustancias GRAS

Se han utilizado para la conservación de alimentos, para el control de pH, del sabor, modificación de textura e inhibición del desarrollo de microorganismos y han

sido clasificadas por la Food and Drug Administration (FDA) de USA como “de uso generalmente reconocido como seguro”, derivándose su nombre GRAS de sus siglas en inglés Generally Recognized As Safe (Usall *et al.*, 2008 citado por Umaña, 2010).

Estas sustancias son consideradas antimicrobianas, son baratas y pueden ser usadas con un mínimo riesgo de que puedan dañar el fruto; las sustancias GRAS en las paredes hidrofóbicas de la epidermis del fruto que reaccionan con los grupo amino de los ácidos nucleicos presentes en la estructura celular del patógeno. Algunos GRAS poseen desventajas al combinarlos con otros tratamientos, como el caso de carbonato de sodio que no puede combinarse con tratamientos con cloro y el bicarbonato de sodio que no puede combinarse con tratamientos con agua caliente, también es importante mencionar que las esporas de *P. digitatum* sobreviven a tratamientos de 1 o 2 minutos de las sales mencionadas (Sivakumar *et al.*, 2001, citado por Umaña, 2010).

### **c). Recubrimientos**

Para algunos mercados es práctica normal aplicar recubrimientos superficiales, especialmente ceras a ciertas frutas y hortalizas (ejemplo: pepinos, tomates, pimentón, manzanas, cítricos y piña) para reducir la marchitez, el arrugamiento y para mejorar la apariencia ya que dan lustre a la superficie. Los materiales usados incluyen compuestos a base de petróleo, pero principalmente se usan aceites y ceras vegetales en diversas combinaciones. La cantidad de cera aplicada es generalmente muy pequeña y está destinada principalmente a servir como sustituto de la propia cera natural del producto que puede haber sido removida durante el lavado y limpieza. Algunos mercados exigen un tratamiento con cera como parte de su procedimiento normal de mercadeo, porque el consumidor se ha acostumbrado al producto brillante (FAO, 1989). La cera aplicada a la fruta constituye una protección física que puede reducir la pérdida de agua de un 30 hasta un 40%; la cubierta de cera protege de la deshidratación, pero más restringe el intercambio gaseoso, actuando como un sistema de atmósfera modificada, el que se ha tratado de optimizar (Gil, 2001).

Las frutas, en especial los frutos cítricos, las manzanas y las frutas tropicales necesitan tras su recolección y durante el período de comercialización, recubrimientos a base de ceras para retrasar su senescencia, reducir las pérdidas de peso, controlar el

arrugamiento, incrementar el período de comercialización y mejorar su aspecto aportándoles brillo. Todo esto se tiene que obtener evitando al mismo tiempo procesos internos fermentativos que puedan producir degradación de azúcares y producción de alcoholes y aldehídos productores de malos sabores. A la hora de encerar los frutos es fundamental tener en cuenta si el cultivo es un fruto climatérico o no climatérico, en los que esto no ocurre, como es el caso de los frutos cítricos. Según esta caracterización se pueden emplear de una manera óptima una u otra formulación. Así, las ceras empleadas en frutos no climatéricos, como es el caso de los frutos cítricos las ceras empleadas normalmente son el polietileno oxidado, la carnauba, la goma laca y otros recubrimientos como son los sucroésteres de ácidos grasos, la maltodextrina, lecitina, carboximetilcelulosa, hidroximetilcelulosa, entre otras. Las ceras empleadas en frutos climatéricos, como es el caso de las manzanas y las peras, son habitualmente formuladas a base de carnauba y goma laca, siendo la goma laca de selección. En el encerado de frutas tropicales, también se suelen emplear ceras a base de carnauba o de combinación de carnauba y goma laca. La carnauba tampoco está autorizada en Europa y también se ha pedido extensión de uso. La fruta de pepita es fruta climatérica, además de que la piel puede ser consumida. Por esa razón, no todas las ceras de recubrimiento son útiles en las manzanas y las peras, son habitualmente formuladas a base de carnauba y goma laca, siendo la goma laca de selección. Otras ceras, como la cera de polietileno oxidado, no están autorizadas además de que por sus características fisicoquímicas tecnológicamente son inviables en este tipo de frutos. El peor efecto de las emulsiones de carnauba, no formuladas con oleatos de morfina, es que su alta polaridad favorece una pérdida excesiva de peso que no favorece en nada la extensión, como se desea, de la vida comercial de las manzanas y peras. La goma laca, sin embargo, no necesita ser emulsionada, puesto que en soluciones alcalinas es soluble en agua, evitándose en gran medida este efecto de la polaridad y por lo tanto favoreciéndose el control de las pérdidas de peso. Puede plantearse, por tanto, el empleo de soluciones alcalinas de gomalaca, empleando también film formers (como proteínas) y plastificantes autorizados. Existen actualmente dos tipos fundamentales de recubrimientos de frutas llamados “ceras”, recubrimientos realizados a partir de diferentes familias de ceras autorizadas como aditivos alimentarios (carnauba, polietileno oxidado, abejas, microcristalina), resinas (colofonia, shellac) y combinaciones de las mismas y los llamados en la literatura anglosajona como “edible coatings”, recubrimientos

comestibles, formulados a base de polisacáridos, proteínas, y otras combinaciones, en ocasiones también con ceras de abejas (Gómez, 2011).

#### **d). Películas, recubrimientos comestibles y su papel como empaques activos**

El desarrollo de recubrimientos a base de polisacáridos ha conllevado un incremento significativo en las clases de aplicaciones que pueden tener y la magnitud de productos que pueden ser tratados, ya que se logra extender la vida de anaquel de las frutas o vegetales mediante la permeabilidad selectiva de estos polímeros frente al O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Estos recubrimientos a base de polisacáridos pueden ser destinados a modificar la atmósfera interna de la fruta y de esta manera retardar la senescencia, a pesar de que algunas películas comestibles han sido aplicadas exitosamente a productos frescos, otras aplicaciones afectaron adversamente la calidad. La modificación de la atmósfera interna mediante el uso de recubrimientos comestibles puede incrementar desórdenes asociados con una alta concentración de CO<sub>2</sub> o una baja de O<sub>2</sub>. Los recubrimientos comestibles forman una atmósfera modificada pasiva que puede influenciar diferentes cambios en productos frescos y mínimamente procesados en aspectos tales como actividad antioxidante, color, firmeza, calidad sensorial, inhibición del crecimiento microbiano, producción de etileno y compuestos volátiles como resultado de anaerobiosis (Quintero *et al.*, 2010).

#### **e). Tratamientos con cloruro de calcio**

Estos tratamientos se usaban exclusivamente en manzanas antes del almacenamiento para tratar el "bitter-pit" y la degradación interna son enfermedades fisiológicas de las manzanas que causan una severa decoloración y deterioro de la pulpa de la fruta durante el almacenamiento. Estas enfermedades están relacionadas con bajos contenidos de calcio en las manzanas lo que puede ser controlado en cierta medida mediante pulverización o inmersión de la fruta en soluciones de cloruro de calcio (soluciones al 4-6%) antes del almacenamiento (FAO, 1989). La adición de calcio reduce también la degradación interna de las manzanas durante la conservación frigorífica, para lo cual el tratamiento debe conseguir un contacto real de la fruta con el calcio y permitir su absorción, el cual se logra sumergiendo las manzanas poscosecha en una disolución de sales de calcio, con la técnica de infiltración a presión reducida se ha logrado forzar la entrada de la disolución de calcio al interior de la manzana, y parece ser que los mejores resultados se logran cuando la manzana tienen un cáliz cerrado, de

forma que la disolución de calcio ingrese a través de las lenticelas, expendiéndose así por todo el tejido periférico, donde la alteración se presenta. Si la fruta tiene un cáliz abierto, es difícil controlar la absorción del calcio, porque ingresa rápidamente en la fruta por esta vía y el exceso de la disolución se acumula en la zona central, propiciando con frecuencia podredumbres o lesiones (Borrero y Urrea, 2007 citado por Rincón y Martínez, 2015).

La aplicación de calcio en los alimentos se realiza a través de sales, como el cloruro de calcio el cual tiene un papel importante en la conformación de las membranas de la pared celular, fortalecimiento de su integridad y por ende la textura durante el tiempo de conservación, ya que el calcio influye en la permeabilidad de la membrana, activación de enzimas específicas y en la evolución de la senescencia de los frutos, considerando que un aumento de su concentración en el tejido, altera los procesos de la respiración y senescencia (García y Praderas, 2010). Por otra parte se tiene comprobado que la adición de cloruro de calcio en concentraciones de 1 a 5% a soluciones de azúcar mejora el proceso de deshidratación osmótica, ya que mitades de duraznos sumergidas en diferentes soluciones (1, 3 y 5% de cloruro de calcio), los cuales a las 48 horas tuvieron una pérdida de humedad aproximada al 30% (Espinoza *et al.*, 2006). Además es un hecho reconocido que las aplicaciones de calcio en forma de  $\text{CaCl}_2$ , son muy útiles para aumentar la resistencia natural de las frutas, hortalizas y flores a los patógenos, debido a que incrementa el contenido en calcio de las plantas y sus efectos protectores de los tejidos al hongo patógeno “*B. cinérea*” (Barkai y Golan, 2001 citado por Martínez *et al.*, 2012).

El calcio tiende a ser responsable de la rigidez de los tejidos, por estar ligados inter e intramolecularmente con las sustancias pécticas que forman la pared celular, permitiendo limitar la susceptibilidad de los trozos del fruto a la acción de las enzimas pectolíticas. Esta conclusión es resultado de un tratamiento correspondiente a la aplicación de 3% de cloruro de calcio y 0.8% de ácido láctico en frutas de piña y melón troceados y almacenadas en refrigeración (5°C) permitió determinar que al quinto día, la presencia de salida de jugo celular y tejido aguado con sobre-ablandamiento en algunas partes del fruto, dado estas respuestas, en otro ensayo se incrementó el nivel del cloruro de calcio al 6% y a 1% el de ácido láctico, también se disminuyó el pH de 3.5 a 3.0 con el fin de minimizar la actividad de las enzimas poligalacturonasa y

pectinesterasa, lo cual ejerció un mejor control sobre el crecimiento de microorganismos mesófilo, mohos y levaduras, sin la ocurrencia de salida del jugo celular y cambios indeseables sobre el tejido (García, 2008).

Una elevada concentración de calcio hace más lento el ablandamiento, determinado por cambios de firmeza, detectados por presión o por tensión; la infiltración poscosecha de cloruro de calcio (1% - 4%) eleva el contenido de calcio en las células por largo tiempo; el calcio retarda la degradación de las paredes celulares; si se saca el calcio con productos secuestrantes se ablanda la piel (Gil, 2001). Sin embargo en estudios realizados con concentraciones mayores de 4% pueden ser perjudiciales para la fruta debido a que se originan daños en la piel y facilitan el ataque de hongos, esto para frutos de mango (Matta y Mosqueda, 1995 citado por Galvis *et al.*, 2003).

Antes de la aparición de los fungicidas orgánicos ya había sido utilizado el tratamiento en forma de baños con compuestos antifúngicos de baja especificidad como son las sales inorgánicas de bicarbonato sódico, carbonato sódico o cloruro de calcio, y sales orgánicas de benzoato sódico, sorbato potásico o acetato sódico, básicamente el  $\text{CaCl}_2$  para “reducir la incidencia en enfermedades por patógenos y para prevenir el desarrollo de trastornos fisiológicos” (Pablo *et al.*, 2010 citado por Rincón y Martínez, 2015). Muchos de estos compuestos son usados desde hace años como aditivos para controlar el pH y el deterioro de distintos alimentos, así como para modificar sus propiedades organolépticas de sabor y textura, y por tanto son reconocidos como tratamientos seguros. Mediante el tratamiento de frutos cítricos con baños en soluciones acuosas de estas sales, se han obtenido niveles aceptables de control de las infecciones de *P. digitatum* y *P. italicum*. Sin embargo, la principal desventaja es que este método no impide la esporulación del patógeno cuando se produce la infección y estas esporas pueden contaminar el resto de frutos (Smilanick *et al.*, citado por Muñoz, 2008).

#### **f). Métodos para la aplicación de calcio**

Los principales métodos reportados para la aplicación de calcio en productos hortofrutícolas fresco, son los tratamientos de inmersión, este método es usado principalmente para los productos frescos perecederos, como hortalizas de hoja verde, el método consiste en la inmersión del producto, la aplicación o no de agitación mecánica, seguido por la eliminación del exceso de solución de lavado, este tratamiento es más suave que el producto de las técnicas de impregnación que pueden causar daños en los

tejidos y el estrés metabólico, el proceso de inmersión favorecen la dispersión de la solución en la superficie de la hortaliza, evitando de esta manera reacciones de oxidación que podrían llevar a cambios de color y generar sabores desagradables en el producto. En la industria alimentaria se han utilizado diferentes sales como lactato de calcio, cloruro de calcio, fosfato de calcio, propionato de calcio y gluconato de calcio, con el objetivo de conservar y/o mejorar la firmeza del producto y se debe tener en cuenta varios factores como: pH, tiempo de inmersión, temperatura y concentración que pueden afectar de una u otra manera la integridad del producto. Los rangos de tiempo de inmersión oscilan entre 1 a 5 minutos en la mayoría de los trabajos publicados; investigaciones en melón cortado, lechuga, fresa y zanahoria, el tiempo de inmersión fue de 5 minutos arrojando buenos resultados. En cuanto al efecto de la temperatura se ha demostrado ser de gran importancia en los resultados del tratamiento de inmersión de frutos fresco, las más utilizadas son (20-25, 40-60)°C, respectivamente de igual manera se han utilizado con diferentes soluciones de calcio, los resultados reportados, mostraron que el uso de la temperatura de 40-60°C aumentó los efectos beneficiosos del tratamiento, debido a una mayor retención de solución de lavado en el interior del producto, incrementando, la difusión de calcio en los tejidos como consecuencia mejora la calidad de los productos, especialmente en relación con el mantenimiento de textura y la reducción de pardeamiento en comparación con temperaturas más bajas. Por otra parte el control del pH en los tratamientos de lavado ha sido considerado como un factor importante, en el caso del calcio, la mayoría de los autores utilizan la solución sin ningún ajuste del pH, que oscila entre 5,5 a 6,8 (Rincón y Martínez, 2015).

Se sabe que el calcio puede mantener la calidad de la textura del vegetal; los iones calcio forman enlaces cruzados entre los grupos carbonilo libres de las cadenas de pectina fortaleciendo la pared celular. Un tratamiento comúnmente usado para mejorar la firmeza del tejido es el de sumergir la fruta o vegetal en soluciones de calcio, como en fresas, peras y zanahorias ralladas, entre otros. Por el contrario, los tratamientos con calcio no fueron efectivos para las zanahorias rebanadas y en trozo, hecho que se atribuyó a la posible absorción insuficiente del calcio por este tejido, dado que los niveles de calcio fueron dos y tres veces más altos en zanahorias ralladas, respectivamente. Adicionalmente, aumentarla concentración de  $\text{CaCl}_2$  en la solución de inmersión (0.5% - 1%) produjo un aumento en el contenido de calcio en el tejido de las muestras, sin una correlación subsecuente en la firmeza del tejido del vegetal. Un

tratamiento combinado asociando escaldado a baja temperatura para activar la enzima pectinesterasa (PE) antes de aplicar la inmersión en solución de calcio es muy beneficioso para conservar la textura de la fruta. La PE genera la de-esterificación de la pectina, de manera que aumenta el número de puntos de enlace del calcio. A dicho mecanismo se han atribuido el efecto de firmeza observado en rebanadas de manzanas mantenidas a 38°C por seis días inmediatamente después de su cosecha, rebanado e inmersión en una solución de calcio y almacenamiento en frío por seis meses (Olusola, 2002).

La inmersión de frutos de aguaymanto en solución de cloruro de calcio tiene una reacción química con las pectinas y otros compuestos de la piel, los cuales establecen puentes con los iones calcio que fortalecen la resistencia a la rotura por efectos de la sobrepresión cuando la fruta es sometida a un tratamiento térmico drástico como la pasteurización (Camacho y Sanabria, 2005).

#### **g). Frigoconservación**

La pérdida de agua del fruto tras la recolección representa uno de los problemas clave de su conservación. Las bajas temperaturas y las humedades relativas altas reducen la transpiración y retardan la senescencia; asimismo, reducen la germinación de esporas y el desarrollo de patógenos. La mayor resistencia del fruto y la menor agresividad patógena a bajas temperaturas hacen que estas sean ideales para prolongar la vida útil del fruto tras su recolección. El mantenimiento de los frutos cítricos a temperaturas ligeramente superiores a su punto de congelación, reduce las pérdidas, retrasa la maduración y la senescencia, prolonga el periodo de oferta en buenas condiciones organolépticas y reduce los ataques de hongos (Agusti, 2003).

La mayoría de las frutas tropicales maduran rápidamente, las frutas blandas de cualquier clase poseen altos ritmos de respiración y se caracterizan, por su corta vida de almacenamiento. La respiración de todos los productos vegetales aumenta con la temperatura, razón por la cual, las técnicas de almacenamiento buscan reducir la temperatura del producto. Las bajas temperaturas del almacenamiento además tienen la ventaja que reducen la pérdida de agua del producto y la transpiración. La humedad relativa alta retarda la pérdida de peso y mejora la vida de almacenamiento del producto. La elección de la técnica de almacenamiento correcto depende del tipo de

producto, su temperatura en el momento de la cosecha o su ritmo de respiración y su calidad; la temperatura y humedad de almacenamiento más apropiadas para el producto y el tiempo de almacenamiento proyectado, sin que ello implique daño por frío o deterioro microbiano innecesario; la aptitud para el mercado y sus necesidades y sobre todo, los aspectos económicos de toda la operación (FAO, 1989).

## **2.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.2.1. Hipótesis General**

La aplicación del encerado incrementa la conservación poscosecha del Aguaymanto sin cáliz con respecto a la inmersión en  $\text{CaCl}_2$ .

### **2.2.2. Hipótesis Específicas**

- La inmersión en cloruro de calcio afecta las características fisicoquímicas (pH, humedad, índice de madurez, sólidos solubles totales y firmeza) del aguaymanto en comparación con el encerado almacenados a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración.
- La inmersión en cloruro de calcio incrementa la vida útil del Aguaymanto más que el encerado, almacenados a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración
- Uno de los métodos (encerado ó inmersión en cloruro de calcio) inhibe más la aparición de hongos en el Aguaymanto almacenado a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración.

### CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La presente investigación se realizó los laboratorios de Microbiología y Poscosecha de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la U.N.A. – Puno, entre los meses de Junio - Agosto del 2014.

#### 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

- Aguaymanto (*Physalis peruviana*) ecotipo Colombia con un diámetro de  $17.46 \pm 1.13$  mm (calibre B según ICONTEC, 1999) procedente de Estación Experimental Agraria Andenes Cusco ubicado en el distrito de Mollepata a 2550msnm de altura.
- Cera Seal Brite. (recubrimiento de doble concentración en base acuosa, formulado con resinas naturales, agentes de flexibilidad y aditivos de secado, especialmente diseñado para el tratamiento de frutos).
- Cloruro de calcio Santhy (procedente de Z&R representaciones S.AC. – Lima).

#### 3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

- Refractómetro Digital ATAGO® 0.0 - 85.0% Brix (+/- 0.2°)
- Fruit Penetrometer Model GY-2, Capacity  $4 \times 10^9$  Pa ( $\pm 0.3 - \pm 0.5$ )
- Vasos de Precipitación de 100ml
- Recipientes de plástico
- Bandejas de tecnopor 14 x20cm
- Guantes de latex
- Jarras medidoras de plástico (1000, 500 y 250ml)
- Colador de plástico
- Buretas de vidrio (10ml)
- Tijeras
- Mesa de trabajo
- Termohigrómetro KYNTEL® TAYLOR

- Pipetas de 1, 2, 5 y 10ml.
- Balanza de precisión de 0. mg, Marca KERN ABS con capacidad de 0.280 Kg.
- Potenciómetro, 0-14, Marca METTLER TOLEDO
- Balanza con capacidad de 2000g con una precisión de 0.01g
- Compresor de aire, Marca CAMPBELL HAUSFELD
- Acidómetro
- Refrigeradoras SAMSUNG®
- Placas Petri 15x100mm
- Mechero
- Matraces de 1000 y 250ml
- Contador de Colonias: H. W. KESSEL S. A.
- Autoclave Modelo LS-50L-II
- Estufa
- Incubadora Modelo No IN-601
- Agua destilada
- Fenolftaleína (0.1%) SIGMA® 98%
- NaOH (0.1N) FERMONT 98.7%
- Clorox®
- Alcohol de 96° LWEYSTAR
- Solución Salina Peptonada; MERCK
- Agar cultivo PDA; MERCK

### 3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

#### 3.4.1. Metodología para acondicionamiento de la fruta estudiada

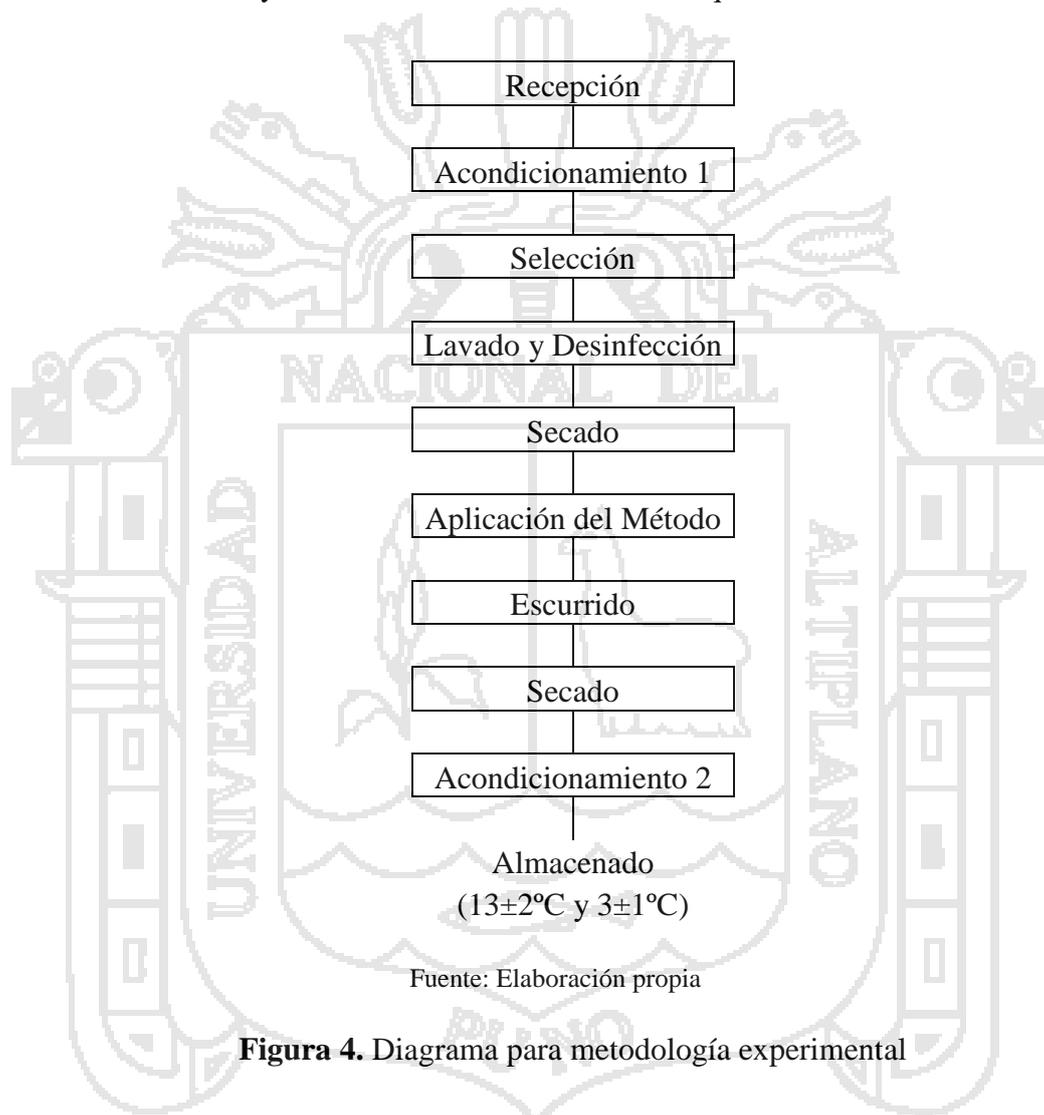
Se realizó siguiendo el diagrama de la figura 4.

**Recepción.-** Las frutas procedentes de Estación Experimental Agraria Andenes Cusco fueron recepcionadas en el Laboratorio de Poscosecha de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNA Puno.

**Acondicionamiento 1.-** Las frutas fueron seleccionadas de acuerdo al color de su cáliz (Anexo 1), las cuales se expusieron al ambiente de 18°C y 29% de humedad relativa por

24 horas para el secado del cáliz; al día siguiente con la ayuda de una tijera se procedió a quitarles el cáliz.

**Selección.-** Se realizó en forma manual y visual con la finalidad de eliminar los frutos deteriorados, dañados, picados y que no cumplan con los requisitos mínimos de calidad según la Norma Técnica Colombiana 4580 (Anexo 1), luego se procedió a medir su diámetro ecuatorial y evaluar sus características fisicoquímicas.



**Figura 4.** Diagrama para metodología experimental

**Lavado y Desinfección.-** Se realizó por inmersión con 50ppm de hipoclorito de sodio durante 5 minutos, para eliminar impurezas y suciedad que pudiera afectar la calidad del fruto.

**Aplicación de inhibidor fúngico.-** Esta operación se realizó previamente solo para los tratamientos con cera con una concentración de 250ppm de aceite esencial de canela.

**Secado.-** El secado se realizó extendiendo las frutas sobre una base enmallada aplicando aire de un compresor a una distancia aproximada de 0.5m.

### **Aplicación de Métodos**

**Encerado.-** Previamente se preparara una solución cera y agua, según indicaciones de la ficha técnica, (Anexo 3); luego se encera las frutas por aspersión cuidando que se distribuya por toda la superficie de las frutas.

**Inmersión en Cloruro de Calcio.-** Se preparó una solución de  $\text{CaCl}_2$  al 3% en agua destilada, donde se sumergió las frutas por un periodo de 30 minutos.

**Ecurrido.-** Con el uso de guantes y colador se extrajo las frutas del recipiente, para luego colocarlos en una base enmallada.

**Secado.-** El secado se realizó extendiendo las frutas sobre una base enmallada aplicando aire de un compresor a una distancia aproximada de 0.5m.

**Acondicionamiento 2.-** Las frutas se colocaron en pequeñas bandejas de tecnopor divididas en 4 partes iguales, con un peso aproximado de 25g (6 a 8 frutos) por división haciendo un aproximado de 100g por bandeja.

**Almacenado.-** Para el almacenamiento a  $3\pm 1^\circ\text{C}$  y  $39\pm 5\%$  de humedad relativa se utilizó un refrigerador y para el almacenamiento a  $13\pm 2^\circ\text{C}$  y  $80\pm 6\%$  de humedad relativa se utilizó una cámara acondicionada (Anexo 6, fotografía 9), donde se colocaron las bandejas por un periodo de 35 días, registrando sus respectivas temperaturas todos los días hábiles.

## **3.5. FACTORES EN ESTUDIO**

### **3.5.1. FACTOR 1**

Temperaturas de almacenamiento (T)

TA: Temperatura ambiente ( $13\pm 2^\circ\text{C}$ )

TR: Temperatura de refrigeración ( $3\pm 1^\circ\text{C}$ )

### 3.5.2. FACTOR 2

Métodos de conservación (M)

INM: Inmersión en  $\text{CaCl}_2$

ENC: Encerado

### 3.6. VARIABLES DE RESPUESTA

#### 3.6.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

- Pérdida de peso (%)
- Firmeza (lb-f)
- Sólidos solubles totales (°Brix)
- pH (Valores de pH)
- Acidez titulable (% de ácido cítrico)

#### 3.6.2. VIDA ÚTIL (Días)

- Pérdida de peso (%): hasta un 10% de su peso inicial.
- Determinación de hongos (cuando el fruto perdió 10% de su peso inicial).

#### 3.6.3. APARICIÓN Y/O DESARROLLO DE HONGOS

- Hongos (ufc/ml): término del experimento.

### 3.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS

#### 3.7.1. Para Características Físicoquímicas

La pérdida de peso se evaluó determinando el peso inicial de los frutos del aguaymanto, empleando una balanza de 0.0001mg de precisión de acuerdo al método empleado por García (2008) y Lancho *et al.* (2007) durante 5 semanas de almacenamiento, información que se detalla en el ítem a del Anexo 3, expresando los valores en porcentajes en cada lectura.

La firmeza se determinó por el método indicado por Gil (2001) por presión al empujar una onda cilíndrica dentro de la pulpa del fruto con un penetrómetro manual Model GY-2, Capacity  $4 \times 10^9$  Pa. ( $d=0.02$ ), al inicio y cada semana con un total de cuatro mediciones promedio por tratamiento. Los resultados se expresan en lb-f. (Lancho *et al.*, 2007), el procedimiento se detalla en el ítem b del Anexo 3.

Los valores de pH se obtuvieron por medición directa según Madrid (1994), dentro del jugo del aguaymanto, empleando un potenciómetro Mettler toledo digital previamente calibrado con una solución buffer de pH 7.0 al 98% de precisión, con un total de cuatro mediciones promedio por tratamiento por semana, el procedimiento seguido se detalla en el ítem c del Anexo 3.

Los sólidos solubles totales, se determinaron directamente de acuerdo a Madrid (1994), con el jugo extraído del fruto de aguaymanto, usando un refractómetro digital Atago® 0.0 - 85.0% °Brix (+/- 0,2°), obteniendo cuatro mediciones promedio por tratamiento, esta se realizó al inicio y cada semanas, siguiendo el procedimiento del ítem d del Anexo 3.

El contenido de acidez titulable se basó en la reacción de neutralización ácido – base, según A.O.A.C. (1995), expresando el resultado en % de ácido cítrico, realizando cuatro mediciones promedio por tratamiento cada semana, siguiendo el procedimiento del ítem e del Anexo 3.

El Índice de madurez se obtuvo mediante la relación entre los sólidos solubles totales (°Brix) y el porcentaje de acidez titulable mencionado por Marquéz *et al.* (2009). Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{SST}{\% Ac.titulable}$$

Donde:

IM : Índice de Madurez

SST : Resultado de Sólidos Solubles Totales

### 3.7.2. Para Vida Útil

El método utilizado para la determinación de la vida útil del aguaymanto sometido a dos métodos “encerado” o “inmersión en cloruro de calcio” fue el mencionado por Caps y Abril, citado por Luna y Aguilar (2011), por “cinética de deterioro de los alimentos” que se expresó matemáticamente por medio de las ecuaciones de relación, en el cual se consideró el resultado de la variable de porcentaje de pérdida de peso, teniendo en cuenta un 10% de pérdida de peso como máximo

(Rahman, 2003 citado por Benavides y Cuasqui, 2008), y la aparición de hongos (Benavides y Cuasqui, 2008 y Gonzales, 2010).

Los datos obtenidos de la pérdida de peso se graficaron obteniéndose ecuaciones de regresión lineal (reacción de orden cero) para todos los tratamientos, teniendo en cuenta que el atributo de calidad (pérdida de peso) aumenta con relación al tiempo de almacenamiento, teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones (Caps y Abril, citado por Luna y Aguilar 2011):

$$Q_f = Q_0 - kt_{util}$$

$$t_{util} = \frac{Q_0 - Q_f}{k}$$

Donde:

$t_{util}$	=	Tiempo de vida útil
$Q_0$	=	Valor inicial del atributo de calidad
$Q_f$	=	Valor final del atributo en el tiempo t
k	=	Constante aparente de reacción

### 3.7.3. Para la aparición de hongos

Se preparó una solución salina peptonada (SSP) y el Potato dextrose agar (PDA), luego se procedió a esterilizarlos conjuntamente con los tubos y las placas Petri en el autoclave a 121°C y una presión de 0,175MPa por un tiempo de 15 min, mientras que las pipetas fueron debidamente lavadas y desinfectadas para esterilizarlas a 140°C y los matraces fueron lavadas y desinfectadas con alcohol de 96°.

Luego se pesó 10g de muestra y se sumergió en una SSP y se hizo las diluciones para la siembra a  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$ , se procedió a la siembra en PDA incubándose a 29°C (Ahmed, 2003), procediéndose a contar después de 1 semana la presencia de hongos.

### 3.8. DISEÑO ESTADISTICO

#### 3.8.1. Características Físicoquímicas

Para el análisis de características físicoquímicas de la presente investigación se hicieron uso dos diseños:

a). Para conocer los efectos de los factores a nivel general considerando el tiempo de almacenamiento como un grupo heterogéneo con datos homogéneos, para lo cual se hizo el Diseño Bloque Completamente al Azar con arreglo de factorial de 2 temperaturas (ambiente y refrigeración) por la aplicación de 2 métodos + 1 testigo (encerado, inmersión en cloruro de calcio y testigo). Con un total de 6 Bloques (semanas) y 4 repeticiones, haciendo un total de 144 unidades experimentales.

El modelo para un experimento bifactorial, en arreglo combinatorio dispuesto en un diseño en bloques completos al azar, es el siguiente (Ibáñez, 2009):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta observada

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor “temperatura”

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor “métodos”

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor “temperaturas” y el j-ésimo nivel del factor “métodos”

$\gamma_k$  = Efecto del k-ésimo bloque

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental

b). Para conocer los efectos de los factores por semana de almacenamiento, para lo cual se hizo el Diseño Completamente al Azar con arreglo de factorial de 2 temperaturas (ambiente y refrigeración) y la aplicación de 2 métodos + 1 testigo (encerado, inmersión en cloruro de calcio y testigo). Con un total de 6 tratamientos, conducido bajo 4 repeticiones; haciendo un total de 24 unidades experimentales.

El modelo estadístico lineal aditivo en el arreglo factorial de dos factores conducido en diseño completo al azar, es el siguiente (Ibáñez, 2009):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Es la variable respuesta de la k-ésima observación bajo el j-ésimo nivel de factor “métodos”, sujeto al i-ésimo nivel del factor “temperaturas”.

$\mu$  = Constante, media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor “temperaturas”.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor “métodos”.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor “temperaturas”, en el j-ésimo nivel del factor “métodos”.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental.

El análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey al 0.05 se realizó mediante el uso de software estadístico S.A.S. versión 9.0., para identificar los mejores niveles de pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales, pH y % de acidez titulable de cada variable independiente.

### 3.8.2. Vida útil

#### a). Con respecto a la pérdida de peso

Para el análisis de la vida útil en la presente investigación se hizo uso del Diseño Completamente al Azar con arreglo de factorial de 2 temperaturas (ambiente y refrigeración) y la aplicación de 2 métodos + 1 testigo (encerado, inmersión en cloruro de calcio y testigo). Con un total de 6 tratamientos, conducido bajo 4 repeticiones; haciendo un total de 24 unidades experimentales.

El modelo estadístico lineal aditivo en el arreglo factorial de dos factores conducido en diseño completo al azar, es el siguiente (Ibáñez, 2009):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Es la variable respuesta de la k-ésima observación bajo el j-ésimo nivel de factor “métodos”, sujeto al i-ésimo nivel del factor “temperaturas”.

$\mu$  = Constante, media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor “temperaturas”.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor “métodos”.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor “temperaturas”, en el j-ésimo nivel del factor “métodos”.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental.

El análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey al 0.05 se realizó mediante el uso de software estadístico S.A.S. versión 9.0., para identificar los mejores niveles de pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales, pH y porcentaje de acidez titulable de cada variable independiente.

### 3.8.3. Aparición y/o desarrollo de hongos

No se utilizó ningún diseño estadístico, ya que no hubo presencia de hongos.

## 3.9. TRATAMIENTOS

El número de tratamientos en general resulta de la combinación del “factor métodos de conservación” más testigo y “factor temperaturas de almacenamiento”, los cuales se presentan a continuación:

**Tabla 4.** Tratamientos en estudio

Tratamientos	Métodos de conservación	Temperaturas de almacenamiento
T1	Inmersión en CaCl <sub>2</sub> (INM)	Temperatura de refrigeración (TR)
T2	Testigo (TES)	Temperatura de refrigeración (TR)
T3	Encerado (ENC)	Temperatura de refrigeración (TR)
T4	Inmersión en CaCl <sub>2</sub> (INM)	Temperatura ambiente (TA)
T5	Testigo(TES)	Temperatura ambiente (TA)
T6	Encerado (ENC)	Temperatura ambiente (TA)

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO IV EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

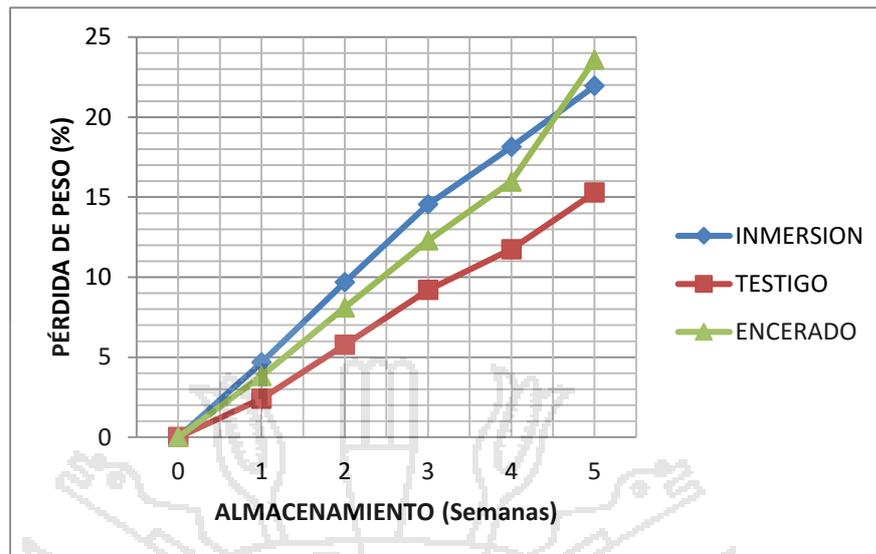
### 4.1. EFECTO DEL ENCERADO O INMERSIÓN EN $\text{CaCl}_2$ SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS DEL AGUAYMANTO ALMACENADO A TEMPERATURA AMBIENTE Y A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN

#### 4.1.1. Efecto del factor “métodos de conservación” sobre las características fisicoquímicas

##### a). Efecto del factor “métodos” sobre la pérdida de peso

De manera general considerando el ANVA (anexo 5, ítem a.1) del diseño de bloques completamente al azar, se observa que para el factor métodos (M) existió diferencias estadísticas altamente significativas con respecto al porcentaje de pérdida de peso, lo cual indica que los métodos difieren entre si sobre esta variable, mostrando más pérdida de peso para los métodos empleados (inmersión en  $\text{CaCl}_2$  y encerado) que para el testigo (anexo 5, ítem a.1.3), donde se tuvo al método “inmersión” con un promedio de 11.50% de pérdida de peso, seguido del “encerado” con 10.62% y finalmente el testigo con 7.40%, los cuales son similares a las resultados obtenidos mediante los análisis de varianza por semana (anexo 5, ítem a.2.1, a.3.1, a.4.1, a.5.1 y a.6.1) que se refleja en la figura 5, donde también se observa que con el paso del tiempo esta pérdida aumentó, ya que “toda fruta con el paso del tiempo pierde agua en forma de vapor al seguir su proceso de respiración luego de ser cosechadas” (Gil, 2001).

En la tabla 5, se muestra el efecto de los métodos de conservación sobre la pérdida de peso en los aguaymantos almacenados durante cinco semanas, donde se observó que los métodos empleados dan como resultado diferencias estadísticas altamente significativas durante todo su almacenamiento, lo cual nos indica que los métodos afectaron el porcentaje de pérdida de peso, pero si observamos las pruebas de significancia Tukey (anexo 5, ítem a.2.1, a.3.1, a.4.1, a.5.1 y a.1.6) esto nos indica resultados no esperados ya que los métodos empleados afectaron de manera negativa al fruto estudiado porque aceleraron su respiración y en consecuencia la pérdida de peso.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5.** Efecto del factor métodos sobre el porcentaje de pérdida de peso

Tratamientos con cloruro de calcio como los de Nuñez *et al.* (2012) y García y Praderas (2010) aplicados en fresas y Sohail *et al.* (2014) en melocotones, tuvieron efectos positivos al reducir su pérdida de peso en comparación con las muestras testigo, esto podría ser debido al porcentaje de  $\text{CaCl}_2$  aplicado, ya que para fresas se aplicó entre 0.7 a 1% y para melocotones se aplicó un 3% de esta sal, mientras que Galvis *et al.* (2003) indica como dosis adecuada un 10% para mangos; como se observa cuando el fruto es más grande aumenta la dosis de esta sal, por lo tanto, como la fruta en estudio fue de un tamaño inferior a las mencionadas y al estar sometida a la solución de  $\text{CaCl}_2$  pudo ocurrir un proceso de osmosis dentro del fruto, haciendo que se acelere la pérdida de peso en forma de eliminación de vapor ya que el fruto pudo haber sufrido estrés, esto porque, “heridas en el fruto (también inducidas por la eliminación del cáliz) aumenta la producción de etileno” (Trincherio *et al.*, 1999 citado por Galvis *et al.*, 2005). La pérdida de peso por el método “encerado”, tampoco es el esperado ya que en otras frutas como en mangos (Pérez *et al.*, 2006), duraznos (Cortes, 2003) y mora (Ramírez *et al.*, 2012) aplicadas con ceras redujeron la pérdida de peso, en cambio para el aguaymanto el resultado fue contrario, similares resultados obtuvieron Saavedra y Algecira (2010) en fresas recubiertas con recubrimiento, el cual presentó un efecto negativo incrementando la pérdida de peso del fruto durante su almacenamiento, en el caso del aguaymanto existe el antecedente que al utilizar cera de abeja (Rodríguez 2003, citado por Galvis *et*

al. 2005), este disminuyó la pérdida de peso en el fruto, en nuestro caso la cera utilizada aumentó la pérdida de peso, esto pudo haber sido debido a que según Gómez (2011) “el peor efecto de las emulsiones de carnaúba, no formuladas con oleatos de morfolina, es que su alta polaridad favorecen una pérdida excesiva de peso que no favorece en nada la extensión, como se desea, de la vida comercial de las manzanas y peras”, lo cual ocurrió con la fruta estudiada, ya que en la composición de la cera usada indica no poseer morfolina (Anexo 2), con lo cual también se podría afirmar que la fruta en estudio tuvo un comportamiento climatérico como lo indica Castañeda *et al.* (2002) citado por Galvis *et al.* (2005). Y la razón por la cual los métodos aplicados perdieron más porcentaje de peso que los tratamientos testigo pudo ser porque como los indica Alvarado *et al.* (2004) citado por Galvis *et al.* (2005) “la desinfección del fruto con hipoclorito de sodio aumenta la intensidad respiratoria del fruto”, esto posiblemente por heridas superficiales las cuales según Gil (2001) “aumentan la pérdida de agua al no existir la protección cuticular”.

**Tabla 5.** Efecto del factor métodos sobre la pérdida de peso (%) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

Métodos y testigo	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S	5ta S
Inmersión	0.00	4.67±0.45 a*	9.68±1.26 a	14.55±3.14 a	18.33±3.59 a	21.95±3.94 a
Testigo	0.00	2.40±0.27 c	5.77±1.46 b	9.20±2.64 b	11.74±2.55 c	15.29±3.44 b
Encerado	0.00	3.83±0.27 b	8.10±1.36 c	12.29±2.48 c	15.97±2.40 b	23.59±6.68 a

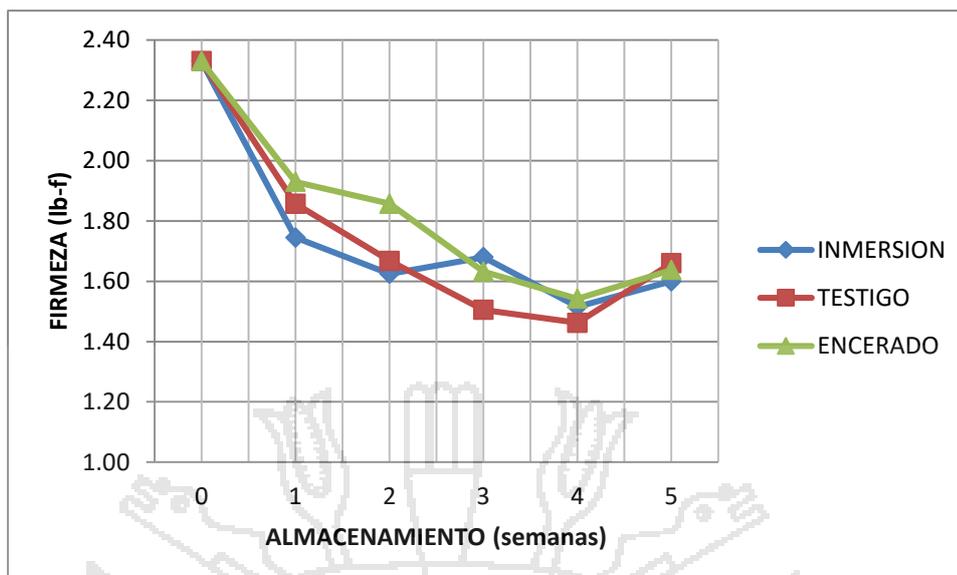
$\bar{X}$ : Promedio de 4 repeticiones,  $\sigma$ : Desviación estándar, S: Semana

\* Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia

### b). Efecto del factor “métodos” sobre la firmeza

Considerando las cinco semanas de almacenamiento el ANVA (anexo 5, ítem b.1), se observa que para el factor métodos (M) no existió diferencia estadística significativa, lo cual indica que los métodos empleados no influyeron sobre la firmeza, es decir los valores promedio de firmeza fueron similares tanto para los métodos aplicados (inmersión en  $\text{CaCl}_2$  y encerado) como para el testigo, esto se confirma con la prueba Tukey del ANVA para las diferentes semanas de almacenamiento (anexo 5, ítem b.2, b.3, b.4, b.5 y b.6), reflejados en la figura 6, donde la firmeza no varía significativamente entre los métodos empleados y el testigo durante cinco semanas de almacenamiento.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 6.** Efecto del factor métodos sobre la firmeza

La Tabla 6 muestra los efectos de los métodos (inmersión y encerado) comparados con el testigo sobre la evolución de la firmeza de los frutos de aguaymanto almacenados por cinco semanas, donde al final del almacenamiento todos reducen su firmeza inicial, esto porque “la maduración de muchos frutos se caracteriza por el ablandamiento de la pulpa” (Galvis *et al.*, 2005), al realizar un ANVA para cada semana (anexo 5, ítem b.2, b.3, b.4, b.5 y b.6) se observó que solo para la segunda semana de almacenamiento el método encerado tuvo mayor firmeza ya que para las demás semanas los resultados fueron no significativos lo que indica que la aplicación de  $\text{CaCl}_2$  y de cera no tuvo efecto significativo sobre la firmeza es decir los valores promedio de firmeza fueron similares y que el proceso de ablandamiento de la pulpa del fruto siguió su curso no pudiéndose frenar la acción de las enzimas glicosidasas, responsables de la solubilización de la pectina en el caso del fruto de aguaymanto (Trincherro *et al.*, 1999 citado por Fisher *et al.*, 2005). En caso del método “inmersión” esto pudo deberse a lo mencionado por (Olusola, 2002) “no hay suficiente absorción del calcio cuando la enzima pectinesterasa no está activa”, esto debido a que “el contenido de pectina en el aguaymanto es intermedio con respecto a las frutas más comunes, lo cual permite alcanzar un grado de gelificación débil” (Camacho y Sanabria, 2005), necesitando para gelificar la presencia de iones de calcio a un pH próximo a la neutralidad y en presencia de una cantidad menor de azúcar (Alcázar, 2002), ya que “esta enzima genera la de-esterificación de la pectina, de manera que aumenta el número de puntos de enlace del

calcio”, lo cual “ocurre a temperaturas de escaldado” (Camacho y Sanabria, 2005) o “al aumentar el porcentaje de dosis” como lo hicieron Galvis *et al.* (2003) y García (2008) en mangos y fresas respectivamente. Para el método “encerado”, la falta de eficacia del método podría ser debido a que los componentes de la cera utilizada no afectaron de manera negativa ni positiva la acción de las enzimas hidrolasas, que son las responsables del ablandamiento de la pared de la célula que actúa sobre la pectina (Galvis, 2003 citado por Galvis *et al.*, 2005), ya que la fruta estudiada se comportó de similar manera que el testigo durante las cinco semanas de almacenamiento.

**Tabla 6.** Efecto del factor métodos sobre la firmeza (lb-f) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

Métodos y testigo	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S	5ta S
Inmersión (INM)	2.33±0.12	1.75±0.21 a*	1.63±0.27 b	1.68±0.28 a	1.52±0.29 a	1.60±0.14 a
Testigo (TES)	2.33±0.12	1.86±0.32 a	1.67±0.16 b	1.51±0.21 a	1.46±0.25 a	1.66±0.06 a
Encerado (ENC)	2.33±0.12	1.93±0.26 a	1.86±0.10 a	1.63±0.19 a	1.54±0.16 a	1.64±0.13 a

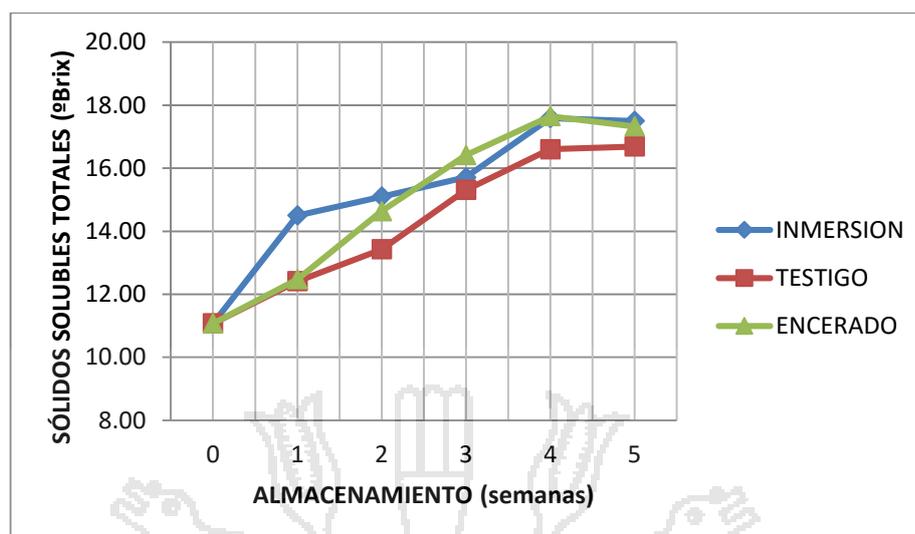
$\bar{X}$ : Promedio de 4 repeticiones,  $\sigma$ : Desviación estándar, S: Semana

\* Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia

### c). Efecto del factor “métodos” sobre los sólidos solubles totales

Según el ANVA del DBCA (anexo 5, ítem c.1) se observa que para el factor métodos (M) existe diferencia altamente significativa, lo cual indica que los métodos aplicados influyen de manera diferente en la cantidad de sólidos solubles totales (SST), ya que muestran valores promedios diferentes (prueba Tukey de anexo 5, ítem c.1.2), donde estadísticamente los métodos aplicados tuvieron valores promedios similares; para conocer de manera más detallada el efecto de los métodos se hizo DCA por semana cuyos ANVA (anexo 5, ítem c.2, c.3, c.4, c.5 y c.6) presentaron diferencias en la primera, segunda y tercera semana como se muestra en la prueba Tukey (c.2.1, c.3.1 y c.4.1) los cuales se muestran en el tabla 7 y figura 7.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.** Efecto del factor métodos sobre los sólidos solubles totales

En la tabla 7 se observa el efecto que tuvo la aplicación de los métodos sobre el aumento de sólidos solubles totales (SST) en el fruto del aguaymanto almacenado durante cinco semanas, como se ve en los tres casos (inmersión, testigo y encerado) la cantidad de SST aumentó a medida que avanzó el tiempo de almacenamiento, esto porque “el almidón del fruto se hidroliza durante la maduración y como consecuencia se tiene aumento de los sólidos solubles totales” (Galvis *et al.*, 2005), también resalta que a partir de la primera semana los métodos empleados aumentaron más la cantidad de SST a comparación con el testigo y al realizar el ANVA por semana (anexo 5, ítem c.2, c.3, c.4, c.5 y c.6) se observa que para la primera semana de almacenamiento los métodos empleados afectaron de manera diferente para la evolución de sólidos solubles totales donde el método “inmersión” destacó con un promedio de 14.50 °Brix, mientras que para la segunda semana el método “encerado” fue aumentando sus SST que para la tercera semana superó en promedio al del método “inmersión” hasta que para las dos últimas semanas los métodos tuvieron efectos similares que el testigo ya que estadísticamente no hubo diferencia significativa. Este resultado no es el esperado ya que se tiene como antecedente que, la aplicación de cera de abeja en aguaymantos Rodríguez (2003) citado por Galvis *et al.* (2005) mantiene los sólidos solubles totales constantes por 41 días, al igual que los reportado por Ramirez *et al.* (2012) en su investigación de encerado de moras, mientras que en la presente investigación la cera solo obtuvo ventaja frente al método inmersión hasta la primera semana de almacenamiento, como se mencionó en el caso de pérdida de peso, esto pudo ser por

que la cera utilizada no fue la apropiada y para el método “inmersión” esta no pudo ser la adecuada debido a la dosis empleada que al parecer dañó la piel del fruto y ocasionó más pérdida de agua en forma de vapor evidenciando mayor concentración en los valores de sólidos solubles totales (SST), ya que estos se encuentran disueltos en el jugo celular de la fruta (Hernández, 2001 citado por Lancho *et al.*, 2007).

**Tabla 7.** Efecto del factor métodos sobre los SST (°Brix) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

Métodos y testigo	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S	5ta S
Inmersión	11.08±0.54	14.50±1.11 a*	15.10±0.85 a	15.71±0.88 a	17.59±1.32 a	17.50±1.27 a
Testigo	11.08±0.54	12.41±1.13 b	13.43±0.90 b	15.31±0.62 b	16.60±0.92 a	16.69±0.69 a
Encerado	11.08±0.54	12.48±1.50 b	14.64±1.35 a b	16.41±0.59 a b	17.65±0.94 a	17.33±1.00 a

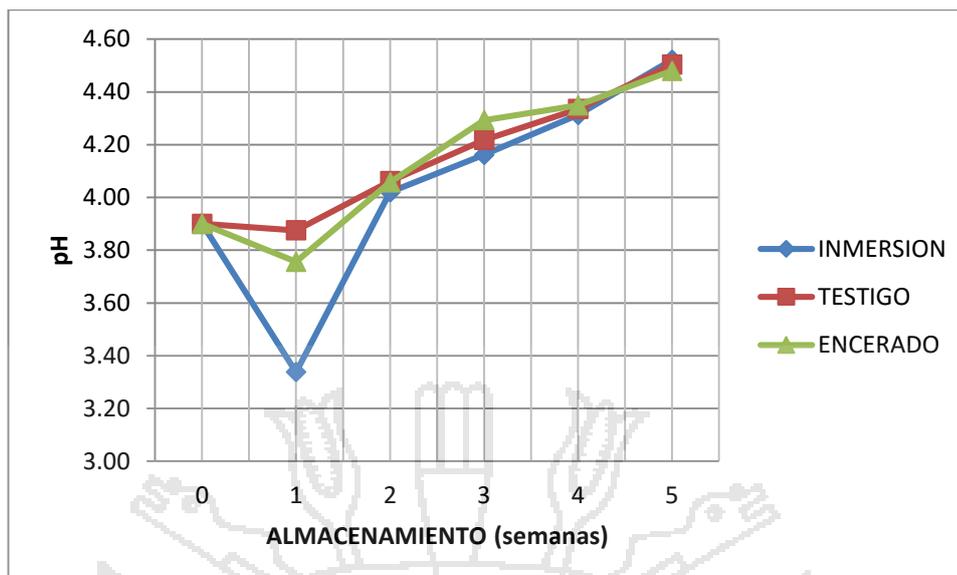
$\bar{X}$ : Promedio de 4 repeticiones,  $\sigma$ : Desviación estándar, S: Semana

\* Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey,  $P < 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia

#### d). Efecto del factor “métodos” sobre el pH

Considerando los resultados del ANVA (anexo 5, ítem d.1) del DBCA, se tiene que en el factor métodos (M) existió diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre los métodos empleados tuvieron diferentes valores de pH ya que influyeron de manera diferente como lo muestra la prueba de significancia Tukey (anexo 5, ítem d.1.3) que dio dos rangos de significancia, destacando el testigo con un promedio de 4.15 de pH, que es estadísticamente similar al promedio 4.14 de pH del método “encerado”, seguido del método “inmersión” con un promedio de 4.08 de pH, lo cual difiere con lo reportado por Ramirez *et al.* (2012) que en su investigación en moras indica que al recubrir con cera la fruta tiende a estabilizar el valor de pH a comparación con el testigo. Para la presente investigación la diferencia que se observa en la prueba de Tukey es resultado más que todo de la disminución del pH hasta la primera semana de almacenamiento (Tabla 8 y figura 8), ya que a partir de la segunda semana los métodos y testigo aumentaron el valor promedio de pH, lo que nos indica que la aplicación de cera como de cloruro de calcio no ayudó en este caso a mantener el pH del fruto en estudio.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8.** Efecto del factor métodos sobre pH

En la tabla 8 muestra el aumento de pH de los frutos de aguaymanto almacenado durante cinco semanas, el cual es debido a la disminución de los ácidos orgánicos (Galvis *et al.*, 2005), realizando el ANVA correspondiente para cada semana de almacenamiento (anexo 5, ítem d.2, d.3, d.4, d.5 y d.6) se tiene diferencias estadísticas altamente significativas solo para la primera y tercera semana de evaluación, lo que indica que los métodos tuvieron efectos diferentes sobre la concentración de iones hidrogeno, la cual según Alcázar (2002) mide la acidez o basicidad de una sustancia, mientras que para las demás evaluaciones el resultado fue no significativo. Para la primera semana con prueba Tukey ( $P \leq 0.05$ ) se tiene que el testigo y encerado poseen valores promedios de 3.88 y 3.76 de pH respectivamente los que son estadísticamente superiores a 3.76 del método “inmersión”, lo que nos indicaría que para la primera semana el testigo y “encerado” disminuyeron el valor promedio de su pH, que a su vez indicaría que la aplicación de  $\text{CaCl}_2$  hasta la primera semana de almacenamiento tuvo un efecto positivo en la concentración de iones hidrogeno, porque, “en medio ácido la concentración de iones hidrogeno aumenta” (Alcázar, 2002). Para la tercera semana de evaluación, se observa (anexo 5, ítem d.4.2.) que el método encerado es estadísticamente superior a los demás métodos, seguido del testigo y finalmente del método inmersión, los resultados de las dos últimas semanas difieren con lo reportado por Ramírez *et al.* (2012) que en su investigación en moras indica que al recubrir con cera la fruta tiende a estabilizar el valor de pH, mientras que el testigo siguió

aumentando y como se puede observar en la tabla 8 y anexo 5 ítem d.6 para estas semanas los resultados son no significativos, lo cual indicaría finalmente que los métodos empleados no afectaron la evolución del valor de pH ya que mostraron resultados similares al testigo.

**Tabla 8.** Efecto del factor métodos sobre el pH durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

Métodos y testigo	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S	5ta S
Inmersión	3.90±0.07	3.34±0.08 b*	4.02±0.07 a	4.16±0.04 c	4.31±0.06 a	4.52±0.08 a
Testigo	3.90±0.07	3.88±0.05 a	4.06±0.04 a	4.22±0.08 b	4.34±0.10 a	4.50±0.10 a
Encerado	3.90±0.07	3.76±0.20 a	4.06±0.05 a	4.29±0.07 a	4.35±0.09 a	4.48±0.10 a

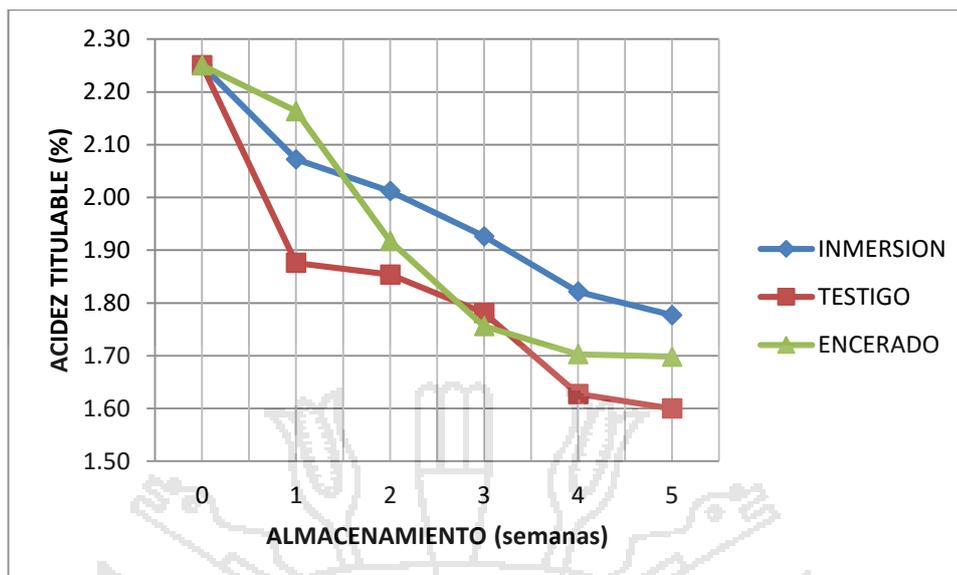
$\bar{X}$ : Promedio de 4 repeticiones,  $\sigma$ : Desviación estándar, S: Semana

\* Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia

#### e). Efecto del factor “métodos” sobre la acidez titulable

El ANVA del DBCA (anexo 5, ítem e.1), muestra que para el factor “métodos” (M) existe diferencia estadística altamente significativa lo cual indica que los métodos de conservación aplicados afectaron de manera diferente la estabilidad del porcentaje de acidez titulable como se observa en la prueba de significancia Tukey (anexo 5, ítem e.1.3) donde destacó el método “inmersión” con un promedio de 1.98% el cual es estadísticamente similar al método “encerado” que tuvo un promedio de 1.92% los cuales a su vez superaron al testigo que obtuvo 1.83% de promedio. Estos resultados indican que el método “inmersión” es el que conservó mejor la cantidad de ácidos presentes en el fruto, seguido del método “encerado” y que el fruto sin tratamiento perdió más acidez, en esta parte se puede decir que la aplicación de los métodos logró disminuir la pérdida de acidez, resultados similares reportó Ramírez *et al.* (2012) en moras aplicadas con recubrimiento y Galvis y Hernández (1994) en mangos tratados con cloruro de calcio, para conocer el efecto que tuvo los métodos empleados durante las semanas de almacenamiento se hizo el DCA (anexo 5, ítems e.2, e.3, e.4, e.5 y e.6), en la tabla 9 y figura 9 se muestran un resumen de las medias obtenidas con la prueba de significancia Tukey (e.2.1, e.5.2 y e.6.2).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 9.** Efecto del factor métodos sobre el porcentaje de acidez titulable

En la tabla 9 se observa la disminución del porcentaje de acidez titulable que sufrieron tanto los métodos empleados como el testigo durante cinco semanas de almacenamiento, esto porque “los ácidos se utilizan en el proceso respiratorio y/o se emplean en el metabolismo del fruto” (Fisher y Martínez, 1999 citado por Galvis *et al.*, 2005), al realizar el ANVA (anexo 5, ítem e.2, e.3, e.4, e.5 y e.6) para cada semana se tuvo como resultado que hubo diferencia altamente significativa para la primera y cuarta semana de evaluación, diferencia estadística significativa para la quinta semana, indicando que los métodos tuvieron efectos diferentes sobre el porcentaje de acidez titulable, para las demás semanas no hubo diferencias estadísticas significativas. Para la primera semana de evaluación, al realizar la prueba Tukey ( $P \leq 0.05$ ) que se muestra en el anexo 5, ítem e.2.1, se tiene que los métodos “encerado” e “inmersión” tuvieron resultados estadísticamente similares y superando al testigo, lo cual indicaría que hasta la primera semana de almacenamiento los métodos empleados tuvieron ventaja al conservar la acidez del fruto estudiado. Para la cuarta semana de evaluación con la prueba Tukey (anexo 5, ítem e.5.2.) se tiene que el método “inmersión” superó el valor promedio del método “encerado” y testigo mostrándose estadísticamente superior a estos. Para la quinta semana el resultado que se observa en la prueba Tukey (anexo 5, ítem e.6.2) muestra que el método “inmersión” y “encerado” fueron estadísticamente similares al igual que “encerado” con testigo, lo cual indicaría que estos resultados no variaron de gran manera entre sí; la razón por la cual la significancia de semana entre

semana varío podría ser debido a factores no controlados como ubicación de la planta en el terreno, ubicación de los frutos en la planta, etc., también habría que considerar que la determinación del porcentaje de acidez titulable es una prueba destructiva, razón por la cual la fruta evaluada varío semanalmente.

**Tabla 9.** Efecto del factor métodos sobre la acidez titulable (%) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

Métodos y testigo	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S	5ta S
Inmersión	2.25±0.13	2.07±0.12 a*	2.01±0.12 a	1.93±0.20 a	1.82±0.08 a	1.78±0.14a
Testigo	2.25±0.13	1.88±0.10 b	1.85±0.12 a	1.78±0.17 a	1.63±0.10 b	1.60±0.08 b
Encerado	2.25±0.13	2.16±0.14 a	1.92±0.19 a	1.76±0.18 a	1.70±0.10 b	1.70±0.10 a b

$\bar{X}$ : Promedio de 4 repeticiones,  $\sigma$ : Desviación estándar, S: Semana

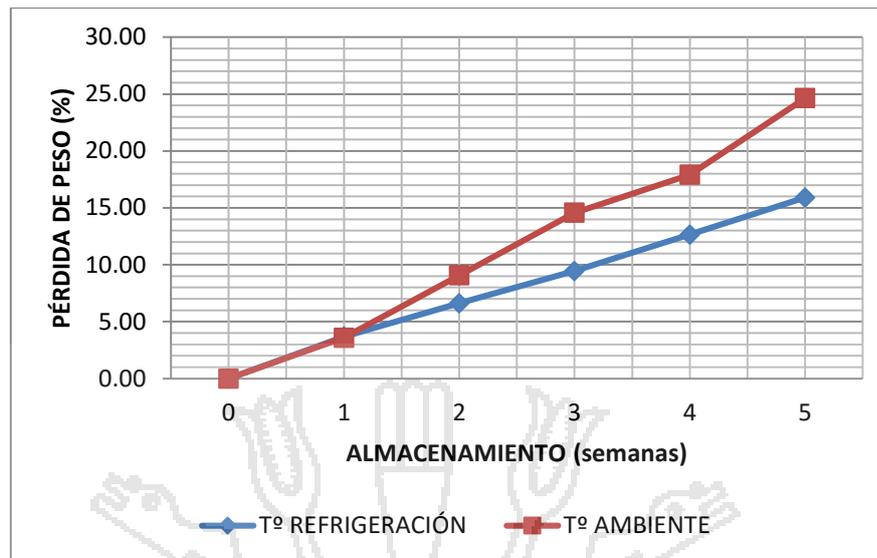
\* Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. Efecto del factor “temperaturas de almacenamiento” sobre las características fisicoquímicas

##### a). Efecto del factor “temperaturas” sobre la pérdida de peso

El ANVA del DBCA (anexo 5, ítem a.1) muestra que el factor temperaturas (T) influyó en la pérdida de peso ya que existió diferencia estadística altamente significativa y según la prueba de significancia Tukey (anexo 5, ítem a.1.2) destacó con más pérdida de peso promedio la temperatura ambiente (TA) con 11.63%, mientras que la temperatura de refrigeración obtuvo un promedio de 8.05%, resultados que también obtuvieron Benavides y Cuasqui (2008) y Nieto (2010) al analizar el comportamiento del aguaymanto sin cáliz almacenado a temperatura ambiente y de refrigeración, aunque Saavedra y Algecira (2010) encontraron diferencias estadísticas significativas en almacenamiento de fresas, lo cual indica que entre las temperaturas existen diferencias en pérdida de peso, debido a la influencia de la temperatura. A continuación, en la figura 10 se refleja los promedios obtenidos para cada semana de almacenamiento.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 10.** Efecto del factor temperaturas sobre el porcentaje de pérdida de peso

En la tabla 10 se muestra la diferencia de porcentaje de pérdida de peso que tuvo el fruto estudiado al ser almacenado a dos temperaturas en estudio, mostrando que existió mayor pérdida de peso en los frutos almacenados a temperatura ambiente (TA), diferencia que se mantiene al transcurrir cinco semanas de almacenamiento, lo cual concuerda con “las bajas temperaturas reducen la transpiración y retardan la senescencia, prolongando la vida útil” (Agusti, 2003), al respecto Arias y Toledo (2006) mencionan que la pérdida de agua por transpiración es mayor a temperatura alta y humedad relativa baja, lo cual sucedió en la presente investigación al comparar el porcentaje de pérdida de peso entre las dos temperaturas en estudio; al realizar el ANVA para cada semana de almacenamiento (Anexo 5, ítem a.2, a.3, a.4, a.5 y a.6), se observa que en el factor temperatura (T) para la primera semana de evaluación no existió diferencia estadística significativa, lo que indica que para esta primera evaluación las temperaturas de almacenamiento tuvieron efectos similares sobre la pérdida de peso, pero si hubo diferencia estadística altamente significativa para las siguientes semanas de almacenamiento, lo cual indica que las temperaturas afectaron de manera diferente a los frutos estudiados, favoreciendo la temperatura de refrigeración para la conservación del fruto estudiado. Las pruebas Tukey ( $P \leq 0.05$ ) desde la segunda hasta la quinta semana de almacenamiento (anexo 5, ítem a.3.2, a.4.2, a.5.2 y a.6.2) muestran que a TA existió mayor porcentaje promedio de pérdida de peso, el cual es estadísticamente superior al almacenamiento a temperatura de refrigeración (TR),

resultados que son similares a los obtenidos por Nieto (2010) que hasta el día 30 de almacenamiento del aguaymanto a temperatura ambiente (19°C) y temperatura de refrigeración (8±1°C) la diferencia de los resultados también fueron altamente significativos, es decir que también hubo mayor porcentaje de pérdida de peso a temperatura ambiente que de refrigeración.

**Tabla 10.** Efecto del factor temperaturas sobre la pérdida de peso (%) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

Temperaturas	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S	5ta S
TR (3±1°C)	0.00	3.68±1.13 a*	6.62±1.74a	9.45±2.10 a	12.65±2.44 a	15.91±2.98 a
TA (13±2°C)	0.00	3.59±0.53 a	9.07±1.68 b	14.57±2.72 b	17.92±3.32 b	24.64±5.16 b

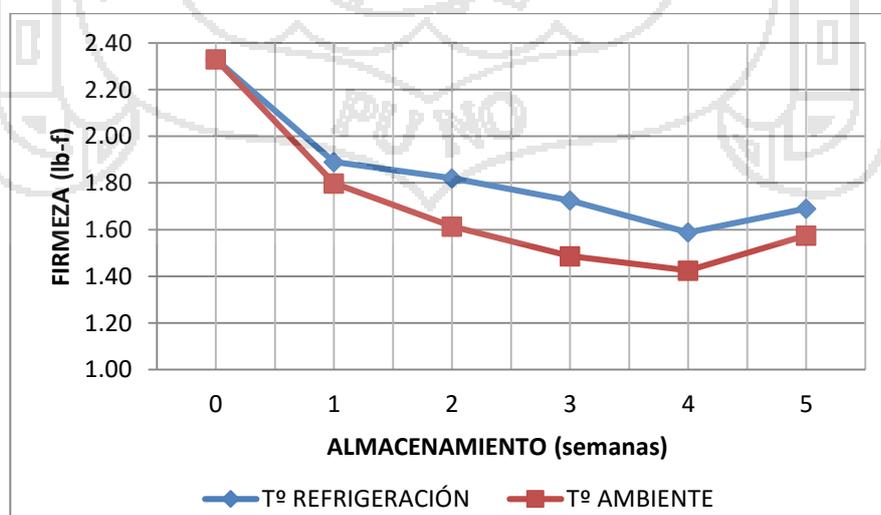
$\bar{X}$ : Promedio de 4 repeticiones,  $\sigma$ : Desviación estándar, S: Semana

\* Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey, P≤0.05)

Fuente: Elaboración propia

**b). Efecto del factor “temperaturas” sobre la firmeza**

De los resultados del ANVA (anexo 5, ítem b.1) se determina que para el factor temperaturas (T) existió diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que las dos temperaturas afectaron de manera diferente la firmeza del fruto estudiado, ya que en la prueba Tukey (anexo 5, ítem b.1.2) destaca la temperatura de refrigeración con un promedio de 1.84 lb-f sobre la temperatura ambiente que tuvo 1.70 lb-f de firmeza, para saber si este resultado se mantuvo durante todo el almacenamiento, se hizo un DCA para cada semana de evaluación cuyas medias de su prueba de significancia Tukey se grafican en la figura 11.



**Figura 11.** Efecto del factor temperaturas sobre la firmeza

En la tabla 11 se muestra los promedios de pérdida de firmeza ocurridos durante el almacenamiento de frutos en estudio a las temperatura en estudio ( $3\pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), como se observa en el ANVA (anexo 5, ítem b.2, b.3, b.4, b.5 y b.6) realizado para las diferentes semanas de almacenamiento indican que para el factor temperatura (T) no existe diferencia estadística significativa en la primera y cuarta semana de evaluación, lo cual indicaría que las temperaturas tuvieron efectos similares sobre firmeza, pero si tuvo diferencia estadística altamente significativa para la segunda semana de evaluación y diferencia estadística significativa para la tercera y quinta semana de evaluación, al existir estas diferencias se realizaron pruebas Tukey ( $P\leq 0.05$ ) los cuales muestran que a temperatura de refrigeración el fruto de aguaymanto tuvo mayor firmeza (anexo 5, ítem b.3.2, b.4.1 y b.6.1) que los frutos almacenados a temperatura ambiente, lo cual es lógico ya “las bajas temperaturas pueden limitar la actividad de la enzima encargada de la degradación de la pared celular”(Guadarrama, 2001 citado por Lancho *et al*, 2009), estos resultados coinciden de cierta manera con lo reportado por Nieto (2010) que halló diferencias significativas en aguaymantos almacenados a temperatura ambiente y de refrigeración, Saavedra y Algecira (2010) que trabajaron con fresas, sus resultados no mostraron cambios estadísticamente significativos en la firmeza del fruto durante su almacenamiento a diferentes temperaturas.

**Tabla 11.** Efecto del factor temperaturas sobre la firmeza (lb-f) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X}\pm\sigma$ )

Temperaturas	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S	5ta S
TR ( $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ )	2.33 $\pm$ 0.12	1.89 $\pm$ 0.36 a*	1.82 $\pm$ 0.16 a	1.73 $\pm$ 0.24 a	1.59 $\pm$ 0.22a	1.69 $\pm$ 0.10 a
TA ( $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	2.33 $\pm$ 0.12	1.80 $\pm$ 0.14a	1.61 $\pm$ 0.22 b	1.49 $\pm$ 0.18 b	1.43 $\pm$ 0.23 a	1.58 $\pm$ 0.11 b

$\bar{X}$ : Promedio de 4 repeticiones,  $\sigma$ : Desviación estándar, S: Semana

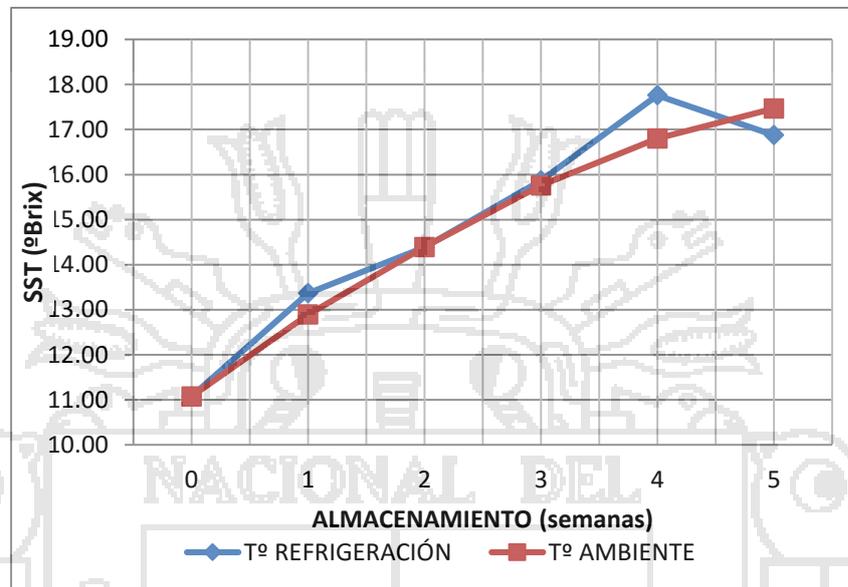
\* Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey,  $P<0.05$ )

Fuente: Elaboración propia

### c). Efecto del factor “temperaturas” sobre los SST

Considerando el ANVA del DBCA (anexo 5, ítem c.1) se observa que para el factor temperaturas (T) no existe diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que la temperatura de almacenamiento no influyó en la evolución de sólidos solubles totales (SST) del fruto estudiado, lo cual concuerda con lo obtenido por Benavides y

Cuasqui (2008) y Nieto (2010), que también demostraron que las temperaturas no tienen una diferencia estadística para la cantidad de SST determinada durante su almacenamiento, para ver el comportamiento de esta variable se hizo DCA por semana (c.2, c.3, c.4, c.5 y c.6) cuyas medias se observan en la figura 12.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 12.** Efecto del factor temperaturas sobre los sólidos solubles totales

En la tabla 12 se muestra los promedios obtenidos de los sólidos solubles totales (SST) para frutos de aguaymanto almacenados a temperatura ambiente y de refrigeración durante cinco semanas, al realizar el ANVA para cada semana (anexo 5, ítem c.2, c.3, c.4, c.5 y c.6) se observa que no existe diferencia estadística significativa durante la mayoría de las semanas, solo en la cuarta semana la diferencia es significativa con una diferencia de 0.96°Brix entre ambas temperaturas, lo cual indicaría que la temperatura no juega un rol importante a la hora de reducir la hidrólisis del almidón del fruto estudiado, ya que “los azúcares del aguaymanto aumentan durante el periodo de maduración, como consecuencia de la hidrólisis del almidón” (Galvis *et al.*, 2005), resultados similares obtuvieron Benavides y Cuasqui (2008) en aguaymantos almacenados a 18-21°C y 6±2°C hasta 2 semanas de almacenamiento, Nieto (2010) a temperaturas de 8±1°C y 19°C y en fresas almacenadas a 18°C y 2-7°C (Saavedra y Algecira, 2010) que aunque en sus resultados muestran mayor cantidad de SST a temperatura ambiente estos no distan mucho de los sólidos solubles totales en frutos almacenados a temperatura de refrigeración, lo que también señala Wills (1998) citado

por Benavides y Cuasqui (2008) “la síntesis de azúcares es frenado por las bajas temperaturas de tratamiento” .

**Tabla 12.** Efecto del factor temperaturas sobre los SST (°Brix) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

Temperaturas	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S	5ta S
TR (3±1°C)	11.08±0.54	13.37±1.65 a*	14.38±1.24 a	15.87±0.72a	17.76±1.15 a	16.88±0.86 a
TA (13±2°C)	11.08±0.54	12.89±1.48 a	14.39±1.30 a	15.76±0.95 a	16.80±0.99 b	17.47±1.18 a

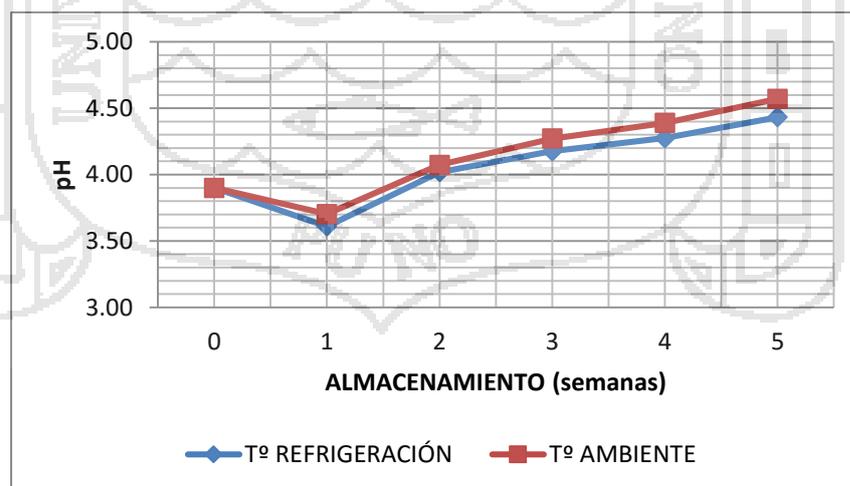
$\bar{X}$ : Promedio de 4 repeticiones,  $\sigma$ : Desviación estándar, S: Semana

\* Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey, P<0.05)

Fuente: Elaboración propia

#### d). Efecto del factor “temperaturas” sobre el pH

Observando el ANVA (anexo 5, ítem d.1), se tiene que el factor temperaturas (T) tuvo diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que la temperatura de almacenamiento afectó los valores de pH, al realizar la prueba de significancia Tukey (anexo 5, ítem d.1.2) destacó con mayor valor de pH la temperatura ambiente (TA) con un promedio de 4.15, mientras a temperatura de refrigeración (TR) se obtuvo 4.07 de pH promedio, lo que nos indica que la TR conservó mejor el pH del fruto. Para conocer el efecto de la temperatura en el avance del tiempo de almacenamiento se hizo un DCA para cada semana, cuyas medias se muestran en la figura 13.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 13.** Efecto del factor temperaturas sobre valores de pH

En la tabla 13 se muestra el resumen de los promedios obtenidos del valor de pH para los frutos estudiados almacenados a temperatura ambiente y de refrigeración durante cinco semanas de almacenamiento, mediante la realización de ANVA para cada semana (anexo 5, ítem d.2, d.3, d.4, d.5 y d.6) se tuvo que para la primera semana de almacenamiento no existió diferencia significativa entre los dos temperaturas de almacenamiento, mientras que para la segunda semana de evaluación existió diferencia significativa y desde la tercera hasta la quinta semana de almacenamiento esta diferencia se tornó diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos indicaría que al principio en la primera semana las temperaturas de almacenamiento no afectaron la presencia de iones hidrogeno del fruto estudiado, pero el tiempo empezó a afectar de diferente manera la presencia de iones hidrogeno dentro del jugo celular de la fruta hasta al final de la investigación llegar a afectar los valores de pH. Las pruebas Tukey realizadas para las significancias correspondientes (anexo 5, ítem d.3.1, d.4.1, d.5.1 y d.6.1) indican que los promedios de las temperaturas ambiente (TA) fueron estadísticamente superior al de las temperaturas de refrigeración (TR), lo cual indicaría que a TR se conservó mejor los valores de pH del fruto estudiado, como lo reporta Benavides y Cuasqui (2008) con valores promedio de 3.89 de pH para temperatura ambiente y 3.82 para temperatura de refrigeración (hasta la 2da semana), al igual que Gonzales (2010) que hasta las 4 semanas de almacenamiento muestra que el pH a 21°C llega hasta 4.9 y a 5°C llega a 4.7, mientras que Nieto (2000) reporta lo contrario ya que hasta los cinco días el promedio de pH a 19°C es 4.06 y a 8°C es 4.10 valores que a los 10 días se igualaron y se diferenciaron a los 30 días con un pH superior en a temperatura de refrigeración.

**Tabla 13.** Efecto del factor temperaturas sobre el pH durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

Temperaturas	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S	5ta S
TR (3±1°C)	3.90±0.07	3.61±0.28 a*	4.02±0.05 b	4.18±0.05 b	4.28±0.07 b	4.43±0.04b
TA (13±2°C)	3.90±0.07	3.70±0.23 a	4.07±0.05 a	4.27±0.08 a	4.39±0.06 a	4.57±0.08 a

$\bar{X}$ : Promedio de 4 repeticiones,  $\sigma$ : Desviación estándar, S: Semana

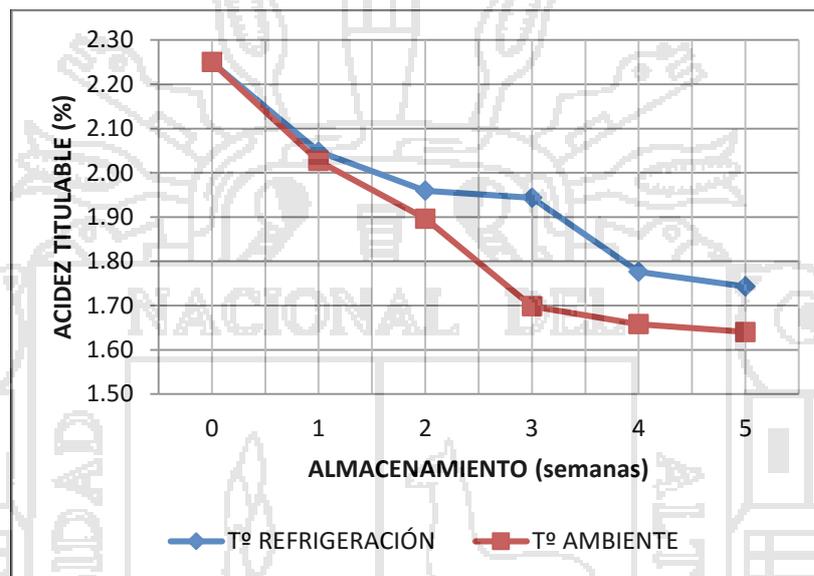
\* Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia

#### e). Efecto del factor “temperaturas” sobre la acidez titulable

Considerando los resultados del ANVA del DBCA (anexo 5, ítem e.1), se tiene que para el factor temperaturas (T) existió diferencia estadística altamente significativa,

lo cual indica que la temperatura afectó el porcentaje de acidez titulable de la fruta estudiada, la prueba de significancia Tukey (anexo 5, ítem e.1.2) muestra dos rangos de significancia, destacando la temperatura de refrigeración (TR) con un promedio de 1.95%, mientras que a temperatura ambiente (TA) el promedio fue de 1.86%, lo cual nos indicaría que a TR se conservó mejor el porcentaje de acidez titulable, ya que “la acidez titulable decrece en cuanto avanza el proceso de maduración, por la síntesis de ácidos orgánicos” (Gil, 2001).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 14.** Efecto del factor temperaturas sobre el porcentaje de acidez titulable

En la tabla 14 se tiene los promedios del porcentaje de acidez titulable para temperatura ambiente (TA) y temperatura de refrigeración (TR), que nos muestra la evolución que tuvo durante cinco semanas de almacenamiento. Con el ANVA realizado para cada semana (anexo 5, ítem e.2, e.3, e.4, e.5 y e.6) el resultado mostró que para la primera semana no existió diferencia estadística significativa, es decir que hasta las dos primeras semanas las temperaturas tuvieron efectos similares sobre la acidez titulable, mientras que a partir de la tercera semana los resultados mostraron diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que a partir de esta las temperaturas tuvieron efectos diferentes sobre la acidez titulable. Con la prueba Tukey realizada para estas diferencias (anexo 5, ítem, e.4.1, e.5.1 y e.6.1) se observa en todas ellas que el promedio de TR es estadísticamente superior al promedio de TA para todos los casos, lo cual indica que a TR se conserva mejor la acidez titulable del fruto de aguaymanto,

resultados que coinciden con lo reportado por Benavides y Cuasqui (2008) y Gonzales (2010) que almacenaron aguaymantos sin cáliz donde registran que a TR se evidenció menor valor de acidez, lo que nos llevaría a concluir que las temperaturas de almacenamiento solo influyeron a partir de la tercera semana de almacenamiento.

**Tabla 14.** Efecto del factor temperaturas sobre la acidez titulable (%) durante cinco semanas de almacenamiento ( $\bar{X} \pm \sigma$ )

Temperaturas	Inicio	1ra S	2da S	3ra S	4ta S	5ta S
TR (3±1°C)	2.25±0.13	2.05±0.18 a*	1.96±0.14 a	1.94±0.17 a	1.78±0.10a	1.74±0.14 a
TA (13±2°C)	2.25±0.13	2.03±0.15 a	1.90±0.17 a	1.70±0.13 b	1.66±0.11 b	1.64±0.10 b

$\bar{X}$ : Promedio de 4 repeticiones,  $\sigma$ : Desviación estándar, S: Semana

\* Las letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

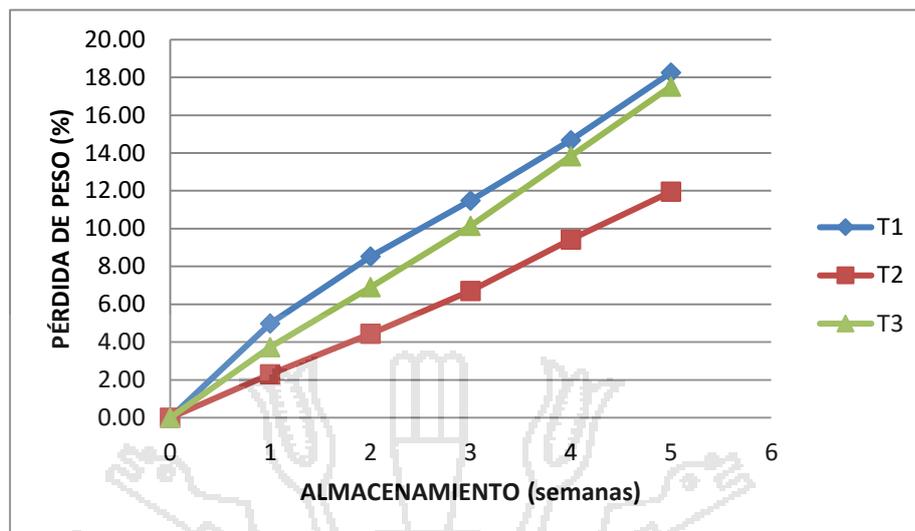
Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3. Efecto de la interacción “temperaturas x métodos”

##### a). Efecto de la interacción temperaturas x métodos sobre pérdida de peso

Como se observa en el ANVA del DBCA (anexo 5, ítem a.1) la interacción fue estadísticamente no significativa, lo cual indica que estos factores actuaron de forma independiente sobre el cambio de pérdida de peso.

En la figura 15, se observa el porcentaje de pérdida de peso de los diferentes tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración (anexo 4, ítem f). Para la primera semana, el tratamiento T1 tuvo mayor porcentaje de pérdida de peso con un 4.99%, seguido de cerca por el tratamiento T3 y finalmente el tratamiento que tuvo menor pérdida de peso fue T2 con 2.3%. Para la semana 2, la pérdida de peso de los tratamientos fue: T1 con 8.53%, T2 con 4.44%, T3 con 6.90%, al respecto hasta esta semana Benavides y Cuasqui (2008) en aguaymantos almacenados a 6±2°C registra una pérdida de peso de 4.50% para frutos con índice de madurez 6 y un 5.94% para frutos con índice de madurez 8.1, donde se observa que mientras hubo mayor índice de madurez (IM) existió mayor porcentaje de pérdida de peso, lo cual respalda el resultado obtenido en la fruta testigo (T2), ya que se trabajó con un IM de 4.9 y se obtuvo menor porcentaje pérdida de peso; para las demás semanas se mantiene la misma tendencia sobresaliendo siempre con mayor pérdida el T1 (tratamiento con cloruro de calcio) y con menor porcentaje de pérdida de peso T2 (testigo).

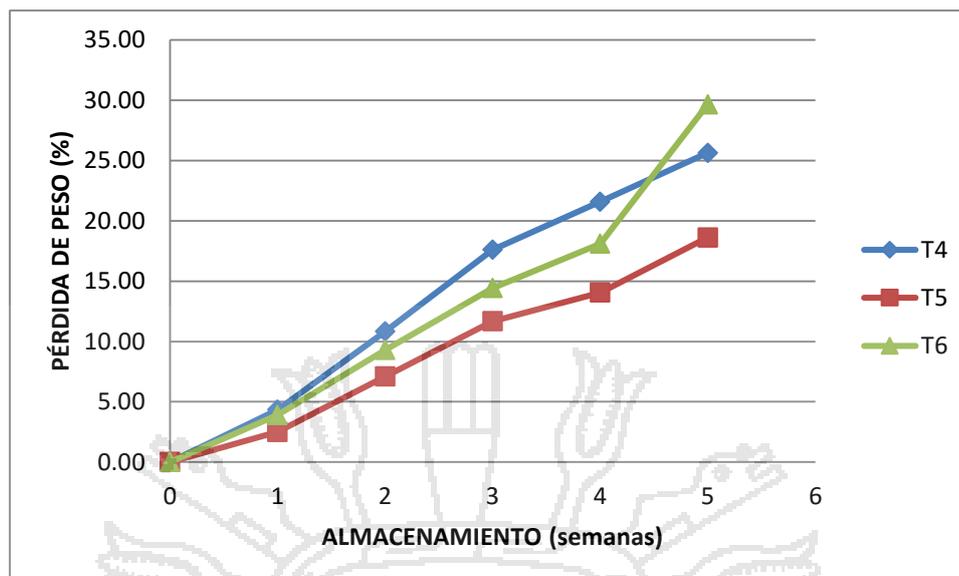


T1 = Inmersión en  $\text{CaCl}_2$  a  $3\pm 1^\circ\text{C}$ , T2 = Testigo a  $3\pm 1^\circ\text{C}$  y T3 = Encerado a  $3\pm 1^\circ\text{C}$

Fuente: Elaboración propia

**Figura 15.** Pérdida de peso para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración

La figura 16 muestra los resultados promedio de pérdida de peso de los tratamientos almacenados a temperatura ambiente (anexo 4, ítem f). Para la semana 1, el tratamiento T4 tuvo mayor porcentaje de pérdida de peso, seguida del T6, mientras que el tratamiento con menor porcentaje de pérdida de peso fue T5 con 2.5%. Para la semana 2, el promedio de porcentaje de pérdida de peso de los tratamientos fue: T4 con 10.82%, T5 con 7.10% y T6 con 9.29%, al respecto Benavides y Cuasqui (2008) publica que hasta esta semana los aguaymantos almacenados a  $18-21^\circ\text{C}$  con índice de madurez (IM) 6 registra un porcentaje de pérdida de peso de 8.33%, mientras que en frutos con IM 8.1 registra un porcentaje de pérdida de peso de 10.72%, donde se observa que mientras hubo mayor índice de madurez IM existió mayor porcentaje de pérdida de peso, lo cual concuerda con el resultado obtenido en la fruta testigo (T5), ya que se trabajó con un IM de 4.9 y se obtuvo menor porcentaje de pérdida de peso. Para las siguientes semanas los tres tratamientos siguieron la misma tendencia, solo el T6 (encerado) a partir de la semana cuatro tuvo tendencia a perder más peso que el T4, lo cual no se considera relevante ya que para este tiempo ya había sobrepasado el 10% de pérdida mínima mencionado por Rahman (2003) citado por Benavides y Cuasqui (2008).



T4 = Inmersión en  $\text{CaCl}_2$  a  $13\pm 2^\circ\text{C}$ , T5 = Testigo a  $13\pm 2^\circ\text{C}$  y T6 = Encerado a  $13\pm 2^\circ\text{C}$

Fuente: Elaboración propia

**Figura 16.** Pérdida de peso para los tratamientos almacenados a temperatura ambiente

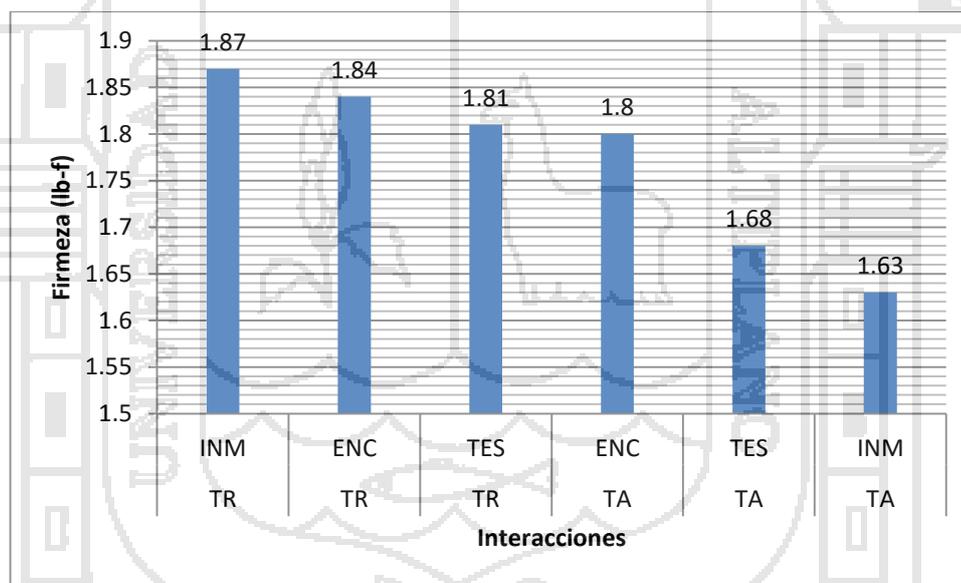
En las figura 15 y 16, también se observa que los métodos empleados aumentaron el porcentaje de pérdida de peso, en el caso del método “encerado”, este resultado coincide con lo afirmado por Rodríguez (2005) citado por Galvis *et al.* (2005) que reporta que el uso de cera de abeja en el aguaymanto aumentó su respiración, también cabe mencionar que de acuerdo a Alvarado *et al.* (2004) citado por Galvis *et al.* (2005), “la desinfección del aguaymanto con hipoclorito de sodio aumenta la respiración”, con lo cual se puede suponer que el fruto estudiado pudo haber sufrido un daño a su piel y al aplicarle tanto cera como  $\text{CaCl}_2$  estas pudieron aumentar el daño que pudo haber sufrido la piel del aguaymanto, haciendo en consecuencia que los dos métodos aceleren su respiración y por ende la pérdida de peso, además según lo indicado por García y Praderas (2010) el calcio influye en la permeabilidad de la membrana, activación de enzimas específicas y en la evolución de la senescencia de los frutos, considerando que un aumento de su concentración en el tejido, altera los procesos de la respiración y senescencia.

#### b). Efecto de la interacción “temperaturas x métodos” sobre la firmeza

Como se observa en los ANVA del DBCA para las variables firmeza si hubo diferencia estadística significativa (anexo 5, ítem b.1), indicando que ambos factores

actúan de forma dependiente sobre los cambios de firmeza, para los cuales se realizó la prueba de significancia Tukey (anexo 5, ítem b.1.4) y el análisis de varianza de efectos simples (Tablas 15 y 16) y posteriormente en las figuras 17 y 18 se observa la combinación de estos factores expresados en tratamientos (Tabla 4).

La figura 17 muestra la prueba Tukey (anexo 5, ítem b.1.4) con tres rangos de significancia, destacando interacción “INM x TR” con un promedio de 1.87 lb-f, que estadísticamente es similar a las interacciones “ENC x TR”, “TES x TR” y “ENC x TA”, lo cual de cierta manera nos indica que la “temperatura de refrigeración” y el método “encerado” tuvieron mejor efecto sobre la firmeza, ya que evitaron la acción de las enzimas hidrolasas, que según Galvis *et al.* (2005) son las responsables del ablandamiento de las frutas, por otra parte también Lanchero *et al.* (2009) indica que “las bajas temperaturas pueden limitar la actividad de la enzima encargada de la degradación de la pared celular”.



INM = Inmersión en  $\text{CaCl}_2$  ENC = Encerado y TES = testigo

TA = Temperatura ambiente ( $13 \pm 2^\circ\text{C}$ ) y TR = Temperatura de refrigeración ( $3 \pm 1^\circ\text{C}$ )

Fuente: Elaboración propia

**Figura 17.** Efecto de las interacciones sobre la firmeza (Tukey $\leq 0.05$ )

La tabla 15 nos muestra el efecto de los métodos aplicados dentro de las temperaturas de almacenamiento, donde se observa que la temperatura ambiente tuvo una diferencia estadística significativa, lo que nos indica que la temperatura ambiente afectó de diferente manera a los métodos utilizados para conservar la firmeza de los

frutos estudiados, ya que los métodos fueron influenciados por la temperatura ambiente ocasionando mayor pérdida de firmeza en los frutos en estudio, mientras que a temperatura de refrigeración no hubo diferencia estadística significativa, lo cual indica que la baja temperatura afectó de manera positiva a los métodos de conservación que se usaron para mantener la firmeza de los frutos estudiados.

**Tabla 15.** Efecto simple de los métodos dentro de las temperaturas

Temperaturas	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F	Sig
TA (13±2°C)	2	0.383144	0.191572	4.74	0.0102	*
TR (3±1°C)	2	0.038544	0.019272	0.48	0.6217	N.S.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, se observa el efecto de las temperaturas usadas sobre los métodos de conservación, donde se tiene que el método “inmersión” tuvo una diferencia estadística altamente significativa, lo que nos indica que la aplicación de cloruro de calcio es influenciado por las temperaturas de almacenamiento para mantener y/o conservar la firmeza del fruto; mientras que no hubo diferencias significativas para el método “encerado”, lo que nos indica que el encerado tuvo efectos similares en su firmeza al ser almacenado a dos diferentes temperaturas (figura 18) y para el testigo se observa que hubo diferencia estadística significativa, lo que nos indica que el fruto testigo fue afectado de manera diferente en su firmeza al ser almacenada a dos diferentes temperaturas.

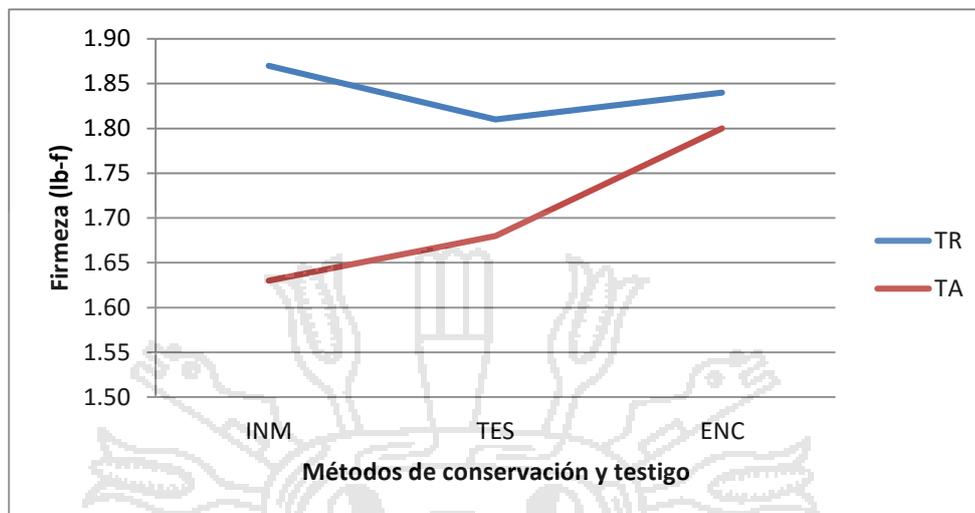
**Tabla 16.** Efecto simple de las temperaturas dentro de los métodos

Métodos	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F	Sig
Inmersión	1	0.691200	0.691200	17.11	<.0001	**
Encerado	1	0.016133	0.016133	0.40	0.5285	N. S.
Testigo	1	0.205408	0.205408	5.08	0.0258	*

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 18 los dos segmentos no son paralelos, por consiguiente existió interacción significativa entre los factores temperaturas y métodos, donde los métodos y testigo obtuvieron mejor firmeza al estar almacenado a temperatura de refrigeración (TR) que a temperatura ambiente (TA), también se observa que la temperatura influyó más en el método “inmersión” al evaluar la firmeza, seguida del “testigo” y por último para el método “encerado” lo que indica que la temperatura

de almacenamiento no influyó en la conservación de la firmeza con este método (tabla 16).



INM = Inmersión en  $\text{CaCl}_2$ , ENC = Encerado y TES = testigo

TA = Temperatura ambiente ( $13 \pm 2^\circ\text{C}$ ) y TR = Temperatura de refrigeración ( $3 \pm 1^\circ\text{C}$ )

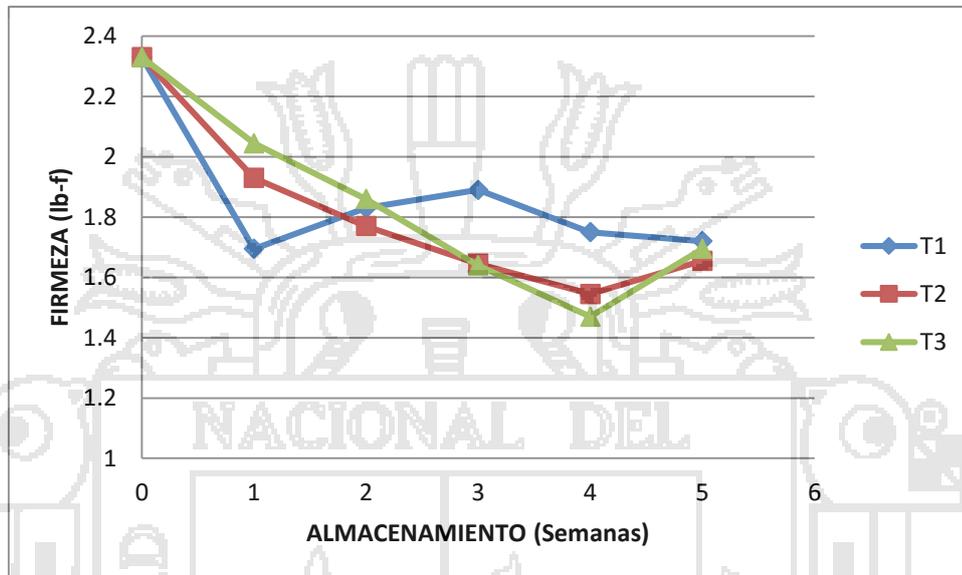
Fuente: Elaboración propia

**Figura 18.** Interacción de los factores "temperaturas y métodos" sobre la firmeza

En la figura 19, se observa la evolución de la firmeza para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración (Anexo 4 ítem f). Para la semana 1, todos los tratamientos perdieron su firmeza, lo cual podría explicarse por el estrés que sufre la fruta al ser cosechada y separada de su cáliz Trincherro *et al.* (1999) citado por Galvis *et al.* (2005); en la semana 2 y 3, los tratamientos T2 y T3 siguieron perdiendo firmeza, mientras que el T1 tuvo aumento de su firmeza, esto podría atribuirse al uso de  $\text{CaCl}_2$ , porque según lo mencionado por Olusola (2002) "el calcio puede mantener la calidad de la textura". Para la semana 4, los tratamientos T1 y T2, tuvo tendencia a bajar su firmeza; finalmente para la última semana, los tratamientos: T1, T2 y T3 mostraron resultados similares.

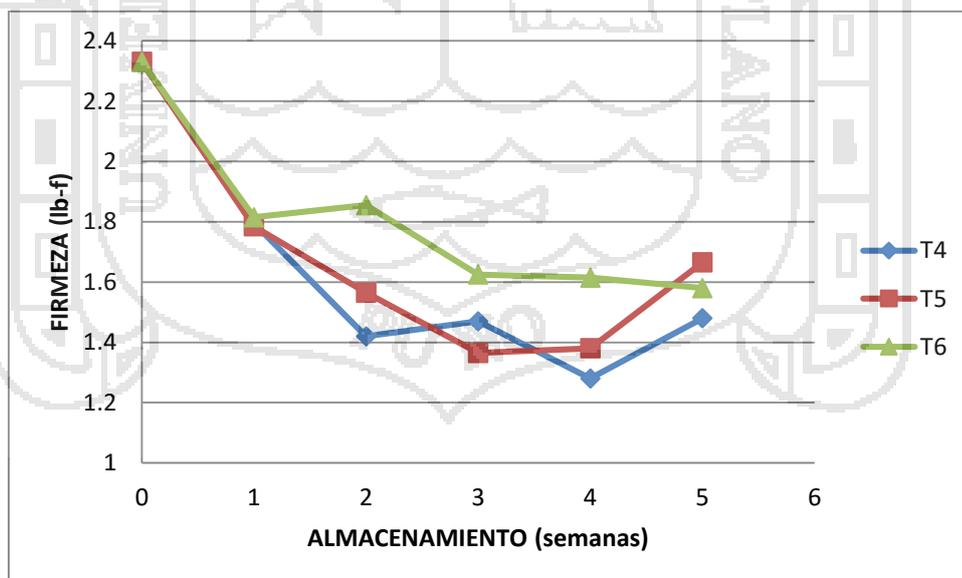
En la figura 20, se observa los cambios de firmeza para los tratamientos almacenados a temperatura ambiente (Anexo 4 ítem f). Para la semana 1, todos los tratamientos muestran una disminución de su firmeza, lo cual podría explicarse por el cambio que sufre la fruta al ser cosechada y separada de su cáliz, hasta la semana 2, los tratamientos T4 y T5 siguieron perdiendo firmeza, mientras que el T6 mostró un

estancamiento en el valor de firmeza: para la semana 3, los tratamientos: T5 y T6 disminuyeron su firmeza, mientras que T4 mostró un aumento de firmeza; para la semana 4, T5 tuvo tendencia a bajar su firmeza, mientras que T4 y T6 mostraron una tendencia a mantener su firmeza y finalmente para la última semana T6 evidenció mayor firmeza a comparación de los tratamientos T4 y T5.



T1 = Inmersión en CaCl<sub>2</sub> a 3±1°C, T2 = Testigo a 3±1°C y T3 = Encerado a 3±1°C

**Figura 19.** Cambios de firmeza para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración



T4 = Inmersión en CaCl<sub>2</sub> a 13±2°C, T5 = Testigo a 13±2°C y T6 = Encerado a 13±2°C

**Figura 20.** Cambios de firmeza para los tratamientos almacenados a temperatura ambiente

De acuerdo a Lanchero *et al.* (2007) aguaymantos almacenados a temperatura de  $7.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$  hasta la tercera semana la firmeza fue alrededor de 1,5 lb-f. y como se puede observar en las figuras 19 y 20 a las 3 semanas la firmeza estuvo por encima de 1,5 lb-f y a las cuatro semanas esta fue descendiendo para todos los casos, donde solo el T3 disminuyó más que los otros. La fruta en estudio empezó con un promedio de 2.36 lb-f y a la cuarta semana se tuvo un firmeza de 1.75 lb-f para T1, seguido de 1.55 lb-f para T2 y por último 1.47 lb-f para el T3, los cuales superaron el resultado de Lanchero *et al.* (2007) que mostró al inicio una firmeza de 1.6 lb-f terminando a la cuarta semana con 1.35 lb-f, esto posiblemente se debió al estado de maduración del fruto al momento de iniciar la investigación y las variaciones observadas en el gráfico se deben a que las frutas analizadas, aunque fueron cosechadas el mismo día éstas fueron de diferentes arbustos y no se analizaron las mismas frutas, porque al determinar la firmeza de cada fruta, esta se destruyó.

También se puede decir que la inmersión en  $\text{CaCl}_2$  conservó mejor la firmeza del fruto al estar refrigerada, esto porque es conocido que “el cloruro de calcio tiene un papel importante en la conformación de las membranas de la pared celular, fortaleciendo su integridad y por ende la textura durante el tiempo de conservación” (Gómez, 2013), y “las bajas temperaturas pueden limitar la actividad y la velocidad de la enzima encargada de la degradación de la pared celular” (Guadarrama 2001 citado por Lanchero *et al.*, 2007), mientras que para el método “encerado”, existió una diferencia mínima entre el almacenamiento a temperatura ambiente (TA) y temperatura de refrigeración (TR), esto pudo haber sido causado por la cera, que al no ser la adecuada pudo haber causado daño a la piel del fruto, lo cual no le permitió mantener la ventaja que debería tener en TR, además del uso de hipoclorito de sodio que como ya se menciono pudo haber debilitado la piel del fruto en estudio.

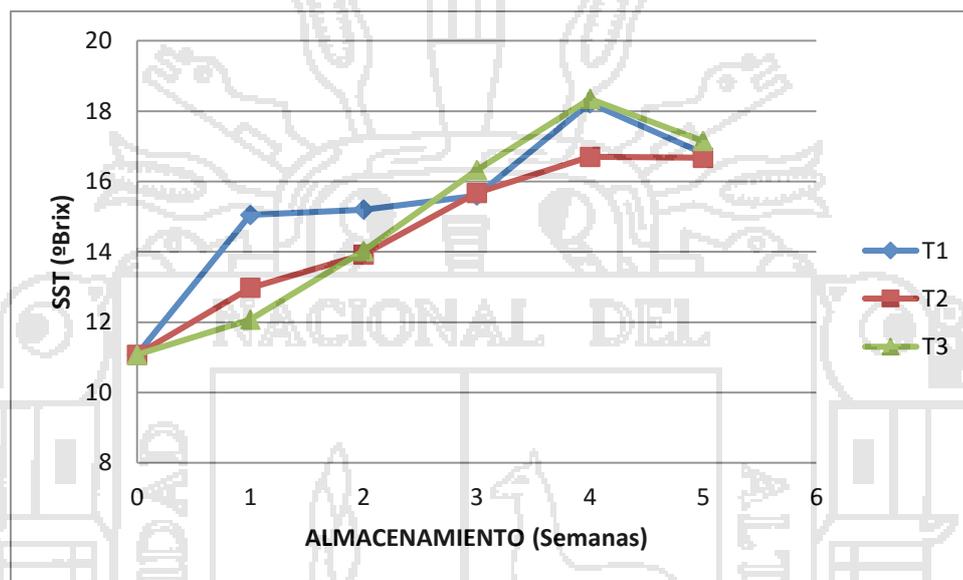
### **c). Efecto de la interacción “temperatura x método” sobre los sólidos solubles totales**

Como se observa en los ANVA del DBCA (anexo 5, ítem c.1) la interacción “temperaturas x métodos” fue estadísticamente no significativa, lo cual indica que estos factores actuaron de forma independiente sobre el cambio de sólidos solubles totales (SST), a continuación (figuras 21 y 22) se observa la combinación de estos factores expresados en tratamientos (Tabla 4).

La figura 21 se muestra la evolución de los sólidos solubles totales (SST) expresado en °Brix durante 5 semanas de almacenamiento a temperatura de refrigeración (anexo 4 ítem f). Desde el inicio hasta la semana 1, el T1 (con inmersión en cloruro de calcio) tuvo más aumento en la cantidad de SST al compararlos con T2 y T3, esto porque el tratamiento con  $\text{CaCl}_2$  tuvo mayor porcentaje de pérdida de peso (figura 15) lo que generó que los azúcares de la fruta se encuentren más concentrados, lo cual podría haber sido debido a un exceso de concentración de cloruro de calcio, ya que García y Praderas (2010) y Núñez *et al.* (2012) y trabajaron con frutos pequeños como fresas y solo aplicaron 0.7 y 1% de  $\text{CaCl}_2$ ; para la semana 2, los tratamientos T2 y T3 aumentaron notoriamente obteniéndose un 13.93, 14.03°Brix respectivamente, mientras que el T1 solo aumentó de 15.05 a 15.20°Brix, resultados que comparados con lo reportado por Benavides y Cuasqui (2008) de 14.57 °Brix a  $6 \pm 2^\circ\text{C}$ , se observa que los frutos de la presente investigación posee menos valor de SST en TR, esto podría ser atribuido a que el fruto en estudio tuvo menos índice de madurez (IM) y estuvo almacenada a menor temperatura; a la semana 3, los tratamientos T2 y T3 aumentaron notoriamente los SST a comparación con el T1 que mostró un ligero aumento; a la semana 4, todos los tratamientos muestran aumento de SST; para la última semana, T2 aumento los SST llegando a 16.68°Brix, mientras que T1 y T3 descendieron a 16.80 y 17.50°Brix respectivamente; para la última semana todos los tratamientos presentaron valores superiores a 15.26°Brix esto posiblemente porque la humedad relativa (HR) de almacenamiento con se trabajó fue  $39 \pm 5\%$  que es inferior a lo reportado por Benavides y Cuasqui (2008) de 67% HR.

En la figura 22 se observa la evolución de los SST expresado en °Brix durante todo el almacenamiento a temperatura ambiente (Anexo 4 ítem f). Hasta la semana 1, T4 tuvo más aumento en la cantidad de SST al compararlos con T5 y T6, esto porque el tratamiento con  $\text{CaCl}_2$  tuvo más porcentaje de pérdida de peso (figura 16) lo que resultó en una mayor concentración de azúcares en el jugo de la fruta en estudio; para la semana 2, todos los tratamientos siguieron aumentando a 15.0, 12.93 y 15.25°Brix para T4, T5 y T6 respectivamente, resultados que comparados con lo reportado por Benavides y Cuasqui (2008) que fue de 14.47°Brix  $18-21^\circ\text{C}$ , donde observamos que las frutas del T4 y T6 no detuvieron la formación de SST al compararlos con el T5 (testigo), lo cual indicaría que los dos métodos empleados (encerado e inmersión en  $\text{CaCl}_2$ ) no lograron mantener los SST; para la semana 3 y 4, todos los tratamientos

aumenta notoriamente sus SST; para la última semana, T5 en promedio mantuvieron sus SST con 16.70°Brix y por último T4 y T6 aumentaron ligeramente hasta llegar a 18.20 y 17.50°Brix, donde se puede decir que los tratamientos almacenados a temperatura ambiente tuvieron mejores resultados a los indicados por Benavides y Cuasqui (2008) y Nieto (2010), porque hasta los 35 días se podía seguir determinando esta variable, mientras que los autores mencionados indican que no pudieron seguir determinando estos valores, porque las frutas estaban descompuestas.



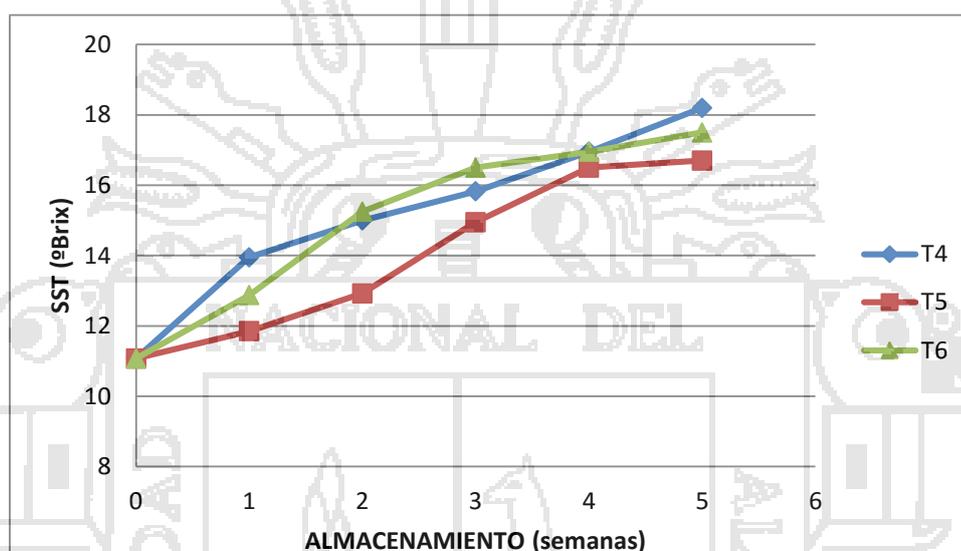
T1 = Inmersión en  $\text{CaCl}_2$  a  $3\pm 1^\circ\text{C}$ , T2 = Testigo a  $3\pm 1^\circ\text{C}$  y T3 = Encerado a  $3\pm 1^\circ\text{C}$

Fuente: Elaboración propia

**Figura 21.** Aumento de sólidos solubles totales para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración

Comparando las figuras 21 y 22 se podría decir que durante las cinco semanas de almacenamiento, los testigos (T2 y T5) conservaron mejor la cantidad de sólidos solubles totales (SST) ya que los métodos “inmersión” (T1 y T4) y “encerado” (T3 y T6) hicieron que este valor aumente. En el caso de “inmersión”, esto podría ser debido al porcentaje de  $\text{CaCl}_2$  empleado, en el caso de “encerado”, como se observa en las figuras 21 y 22 hasta la primera semana, la concentración de SST de los “testigos” y el método “encerado” estuvieron cercanos, lo cual coincide con lo dicho por Saavedra y Algecira (2010) que indica que no encontró diferencias en el contenido de SST, esto para el caso de fresas (durante aprox. 1 semana de almacenamiento), lo cual se atribuyó a que la fresa es un fruto no climatérico, sin embargo .Ramirez *et al.* (2012) que trabajó

con moras, encontró diferencias estadísticas al comparar tratamientos control y con recubrimiento, dando ventaja a esta última. Como se observa en la figuras 21 y 22 la concentración de SST aumentó en el “testigo”, con lo cual el fruto estudiado tuvo un comportamiento climatérico, lo que nos indicaría que en esta investigación la cera aplicada no era la apropiada para la fruta estudiada o que la desinfección previa con hipoclorito de sodio dañó a las frutas razón por la cual los dos métodos empleados no lograron cumplir los objetivos planteados.



T4 = Inmersión en  $\text{CaCl}_2$  a  $13\pm 2^\circ\text{C}$ , T5 = Testigo a  $13\pm 2^\circ\text{C}$  y T6 = Encerado a  $13\pm 2^\circ\text{C}$

Fuente: Elaboración propia

**Figura 22.** Aumento de sólidos solubles totales para los tratamientos almacenados a temperatura ambiente

#### d). Efecto de la interacción “temperatura x métodos” sobre pH

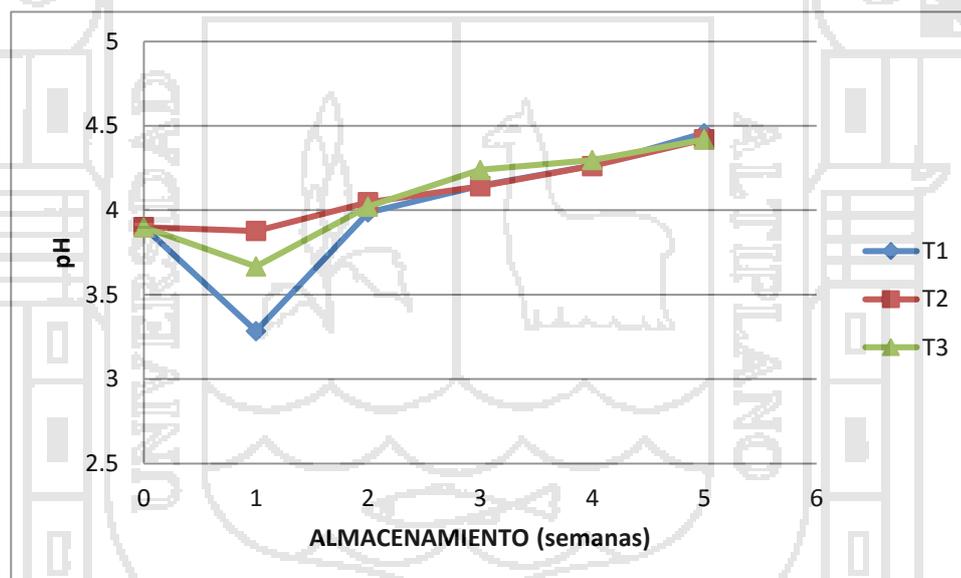
Como se observa en los ANVA del DBCA (Anexo 5, ítem d.1) la interacción “temperatura (T) x métodos (M)” fue estadísticamente no significativa, lo cual indica que estos factores actúan de forma independiente sobre el cambio pH, en la figura 23 y 24 se observa la combinación de estos factores expresados en tratamientos (Tabla 4).

En la figura 23 se tiene los cambios de pH para los diferentes tratamientos durante cinco semanas de almacenamiento a temperatura de refrigeración (Anexo 4 ítem f) mostrando desde el inicio hasta la semana 1, una disminución considerable de pH hasta 3.29 para T1, lo cual indicaría que el jugo de la fruta de estos tratamientos

estuvieron muy ácidas ya que Alcázar (2002) menciona “los alimentos muy ácidos poseen  $\text{pH} < 3.7$ ”, mientras que T2 parece que mantuvo el valor de su pH; para la semana 2, los valores promedio para los tratamientos son: T1 con 3.99, T2 con 4.05 y T3 con 4.02, los cuales superaron lo obtenido por Benavides y Cuasqui (2008) de 3.92 en TR, sin embargo al compararlos con los resultados de Nieto (2000) de 4.34 en TR, los promedios de pH para la presente investigación fueron bajos; estas diferencias podrían deberse al índice de madurez (IM) al momento de cosechar la fruta, también a las temperaturas y humedad relativa (HR) de almacenamiento, porque Benavides y Cuasqui trabajaron con un IM 6, temperatura de  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  y 67% de HR y Nieto (2000) con temperaturas de  $8 \pm 1^\circ\text{C}$ , 90% de HR, mientras que en la presente investigación se trabajó con un IM de 4.93, con una temperaturas de  $3 \pm 1^\circ\text{C}$  y  $39 \pm 5\%$  de HR. Para las siguientes semanas, todos los tratamientos aumentaron el valor de pH, siguiendo la tendencia inicial encontrada por Lancho *et al* (2007), Gonzales (2010), Benavides y Cuasqui (2008) y Nieto (2010), al igual que Ramírez *et al.* (2012) en moras tratadas con recubrimiento, lo cual explican como “consecuencia de la disminución de los ácidos presentes en la pulpa de la fruta”; aquí también se observó que hasta la semana 4, el T1 estuvo con 4.27, T2 con 4.26 y T3 con 4.30; sin embargo, según la norma ICONTEC NTC 4580 de 1999 citado por Lancho *et al.* (2007) los frutos de aguaymanto almacenados a  $7^\circ\text{C}$  por cuatro semanas registraron un pH de hasta 4.9, lo cual nos indica que nuestros dos métodos y el testigo mostraron mayor acidez que lo indicado por la norma, lo que probablemente se debería a causas ajenas como lugar de procedencia, temperaturas, tipos de suelo, etc. o también a que la fruta se tornó agrio con el paso del tiempo, lo cual no se pudo demostrar por no hacerse pruebas organolépticas.

En la figura 24 se observa los cambios de pH para los tratamientos almacenadas a temperatura ambiente (Anexo 4 ítem f) mostrando desde el inicio hasta la semana 1, una disminución considerable de pH hasta 3.39 para T4 ( $\text{CaCl}_2$ ), lo cual indicaría al igual que la figura anterior que el jugo de las frutas de este tratamiento estuvieron muy ácidas, mientras que los tratamientos: T5 y T6 parecen mantener el valor de su pH; para la semana 2, se tiene los siguientes valores promedio para los tratamientos: T4 con 4.05, T5 con 4.08 y T6 con 4.09, los cuales superan lo obtenido por Benavides y Cuasqui (2008) de 3.98 en temperatura ambiente (TA), sin embargo al compararlos con los resultados de Nieto (2000) de 4.29 en TA, los promedios de pH de

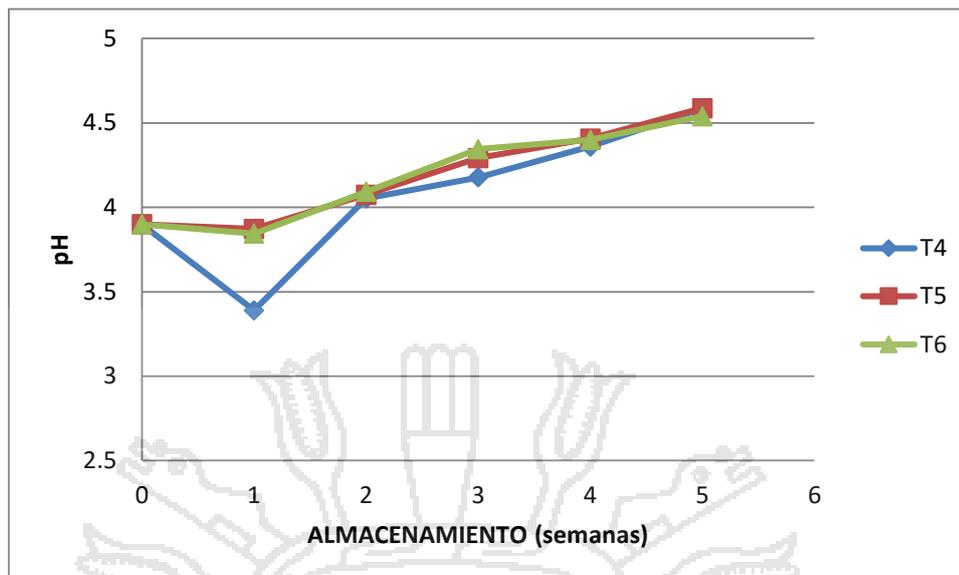
la presente investigación fueron bajos, estas diferencias podrían deberse al índice de madurez (IM) al momento de cosechar la fruta, también a las temperaturas y humedad relativa (HR) de almacenamiento, porque Benavides y Cuasqui trabajaron con un IM (6) a temperaturas (18 – 21°C) y HR de (50%) y Nieto (2000) con temperaturas (19°C) y HR de (90% y 75%), mientras que en la presente investigación se trabajó con IM (4.93), temperatura de (13±2°C) y HR de (80±6%), lo cual no indicó que a menor índice de madurez, más acidez en la fruta y a menor temperatura y mayor porcentaje de humedad relativa se obtuvo mayor porcentaje de acidez titulable; para las siguientes semanas, todos los tratamientos aumentan el valor de pH, siguiendo la tendencia inicial encontrada por Lanchero *et al* (2007), Gonzales (2010), Benavides y Cuasqui (2008) y Nieto (2010), al igual que Ramírez *et al.* (2012) en moras tratadas con recubrimiento, lo cual explican como “consecuencia de la disminución de los ácidos presentes en la pulpa de la fruta”.



T1 = Inmersión en CaCl<sub>2</sub> a 3±1°C, T2 = Testigo a 3±1°C y T3 = Encerado a 3±1°C

Fuente: Elaboración propia

**Figura 23.** Cambios de pH para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración



T4 = Inmersión en  $\text{CaCl}_2$  a  $13\pm 2^\circ\text{C}$ , T5 = Testigo a  $13\pm 2^\circ\text{C}$  y T6 = Encerado a  $13\pm 2^\circ\text{C}$

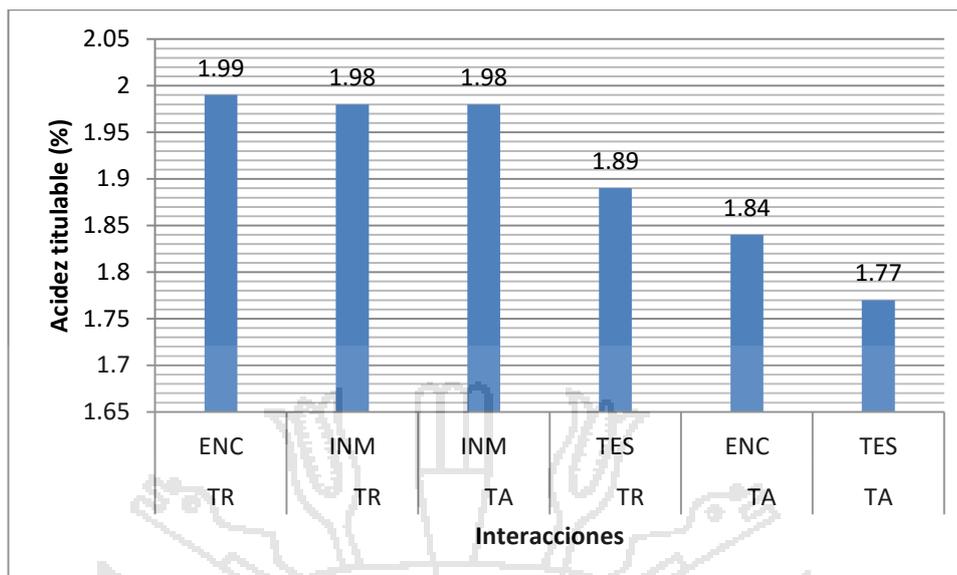
Fuente: Elaboración propia

**Figura 24.** Cambios de pH para los tratamientos almacenados a temperatura ambiente

#### e). Efecto de la interacción “temperatura x método” sobre acidez titulable

Como se observa en los ANVA del DBCA la interacción “temperaturas x métodos” tuvo diferencia estadística significativa (anexo 5, ítem e.1), indicando que ambos factores actuaron de forma dependiente sobre los cambios de acidez titulable, para los cuales se realizó la prueba de significancia Tukey (anexo 5, ítem e.1.4) y el análisis de varianza de efectos simples (Tablas 14 y 15) y posteriormente en las figuras 27 y 28 se observa la combinación de estos factores expresados en tratamientos.

La figura 25 muestra la prueba Tukey (anexo 5, ítem e.1.4) con tres rangos de significancia, destacando interacción “encerado x temperatura de refrigeración” con un promedio de 1.99 % de acidez titulable, que estadísticamente es similar a las interacciones “inmersión x temperatura de refrigeración” e “inmersión x temperatura ambiente”, lo cual de cierta manera nos indicó que la temperatura de refrigeración y el método “inmersión” tuvieron mejor efecto sobre la firmeza, ya que evitaron el consumo de ácidos orgánicos, ya que según Gil (2001) estas son consumidas durante la maduración mediante la respiración o conversión en azúcares.



INM = Inmersión en CaCl<sub>2</sub>, ENC = Encerado y TES = testigo  
 TA = Temperatura ambiente (13±2°C) y TR = Temperatura de refrigeración (3±1°C)

Fuente: Elaboración propia

**Figura 25.** Efecto de las interacciones sobre la acidez titulable

En la tabla 17 se observa el efecto de las temperaturas usadas sobre los métodos de conservación, donde se tiene que el método “inmersión” no tuvo una diferencia estadística altamente significativa, lo que nos indica que la aplicación de cloruro de calcio no fue influenciado por las temperaturas de almacenamiento para mantener y/o conservar la acidez del fruto como se puede observar en el anexo 5, ítem e.1.4, donde los resultados del porcentaje de acidez titulable son estadísticamente similares para el método “inmersión” almacenado a temperatura ambiente (TA) y temperatura de refrigeración (TR); para método “encerado” y “testigo” hubo diferencias estadísticas altamente significativas, lo que nos indica que estos tuvieron diferentes porcentajes promedio de acidez titulable en ambas temperaturas, esto porque según Agusti (2003) “la temperatura de refrigeración detiene el proceso de transpiración y en consecuencia el consumo de ácidos orgánicos del fruto almacenado”

**Tabla 17.** Efecto simple de las temperaturas dentro de los métodos

Métodos	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F	Sig
Inmersión	1	0.000169	0.000169	0.01	0.9246	N. S.
Encerado	1	0.246533	0.246533	13.12	0.0004	**
Testigo	1	0.190008	0.190008	10.11	0.0018	**

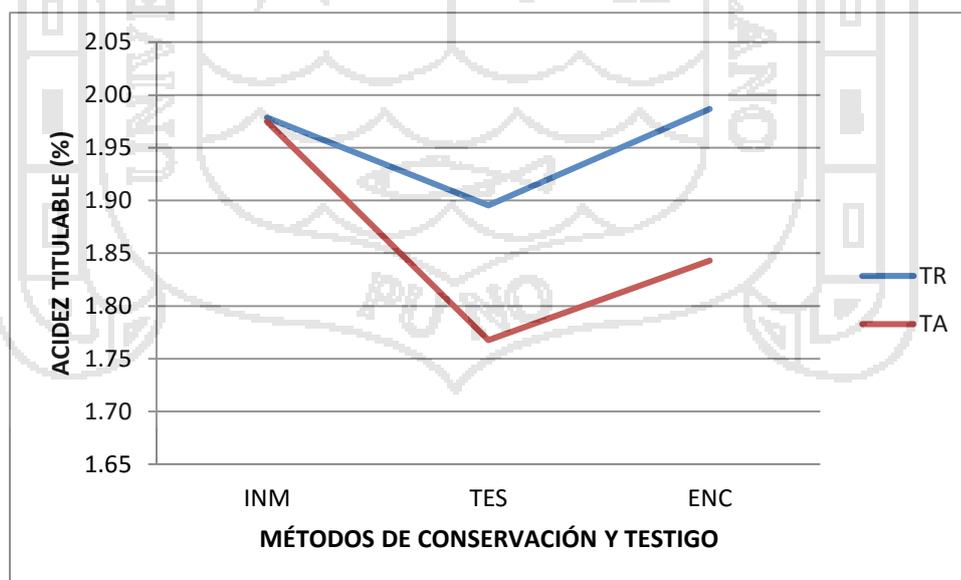
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 nos muestra el efecto de los métodos aplicados dentro de las temperaturas de almacenamiento, donde se observa que la temperatura ambiente (TA) tuvo una diferencia estadística altamente significativa, lo que nos indica que la temperatura ambiente afectó de diferente manera a los métodos utilizados para conservar la acidez de los frutos estudiados, ya que los métodos fueron influenciados por esta, ocasionando mayor pérdida de acidez en los frutos estudiados. Mientras que a temperatura de refrigeración (TR) hubo diferencia estadística significativa, lo cual indica que la temperatura refrigerada afectó de manera diferente a los métodos de conservación que se usaron para mantener la acidez de los frutos en estudio; Benavides y Cuasqui (2008) y Gonzales (2010) reportaron que frutos de aguaymanto almacenados a TR mostraron mayor acidez titulable que los almacenados a TA, con lo cual se podría concluir que la “temperatura de refrigeración” afecta positivamente a los métodos empleados haciendo que descienda su pérdida de acidez, mientras que la temperatura ambiente afecta de manera negativa haciendo que la acidez se pierda durante su almacenamiento.

**Tabla 18.** Efecto simple de los métodos dentro de las temperaturas

Temperaturas	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F	Sig
TA (13±2°C)	2	0.523503	0.261751	13.93	<.0001	**
TR (3±1°C)	2	0.125008	0.062504	3.33	0.0389	*

Fuente: Elaboración propia



INM = Inmersión en CaCl<sub>2</sub>, ENC = Encerado y TES = testigo  
TA = Temperatura ambiente (13±2°C) y TR = Temperatura de refrigeración (3±1°C)

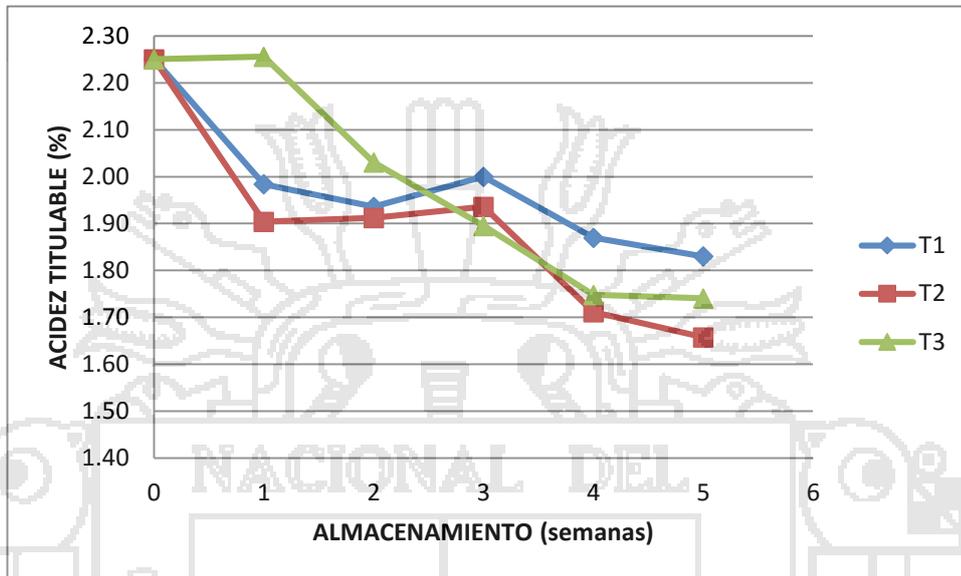
**Figura 26.** Interacción de los factores “métodos y temperaturas” sobre la acidez titulable

Como se muestra en la figura 26 los dos segmentos no son paralelos, por consiguiente existe interacción significativa entre los factores “temperaturas” y “métodos” con respecto a la acidez titulable, donde la temperatura influyó en los valores de acidez para el método “encerado” y “testigo” ya que mostraron variaciones en el porcentaje de acidez, mientras que para el método inmersión no influyó la temperatura en sus valores de acidez ya que no existió diferencias entre los valores de acidez obtenidos, también se observa que, para el encerado y testigo la temperatura de refrigeración hace variar los porcentajes de acidez.

En la figura 27 se puede observar que todos los tratamientos empiezan con un promedio de 2.25% de acidez titulable expresado en porcentaje de ácido cítrico. Donde para la semana 1, los tratamientos T1 y T2 disminuyeron su acidez titulable (AT), mientras que el T3 parece que mantuvo su acidez; a la semana 2, el T3 registró un descenso hasta un promedio de 2.03%, donde mostró un acercamiento a los porcentajes de T1 y T2 que poseían un 1.94% y 1.91% respectivamente, resultados que fueron superiores a los obtenidos por Benavides y Cuasqui (2008) que indica un promedio de 1.68% en temperatura de refrigeración (TR), esto posiblemente a la diferencia de índice de madurez (IM) con que se trabajó, ya que a menor IM mayor acidez (anexo 1, Tabla 6); a la semana 3, T3 disminuyó su porcentaje de AT, mientras que T1 mostró un aumento superior al T2; para la semana 4, todos los tratamientos disminuyeron su valor promedio; a la semana 5, los tratamientos el T1, T2 y T3 registraron una pérdida de 0.42%, 0.59% y 0.51% respectivamente, resultados que comparados con un 0.58% obtenido por Benavides y Cuasqui (2008) son menores para T1 y T3, mientras que T2 no distó mucho de 0.58%, lo que indicaría que de cierta manera los métodos empleados impidieron que la acidez del fruto de aguaymanto se pierda.

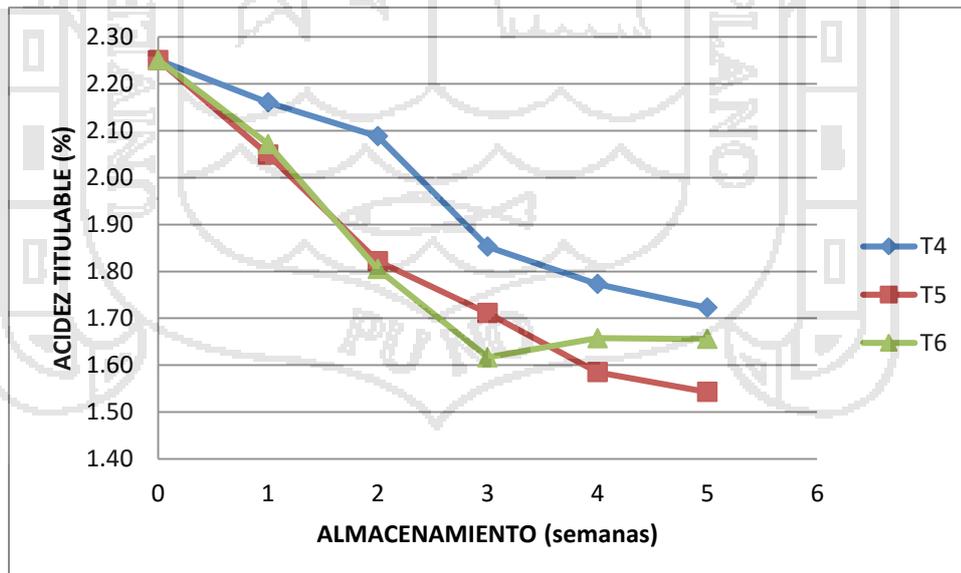
La figura 28 muestra la variación del porcentaje de acidez titulable para los tratamientos almacenados a temperatura ambiente (Anexo 4 ítem f), desde su inicio con un promedio de 2.25% de AT expresado en porcentaje de ácido cítrico; donde durante las dos primeras semanas, los tratamientos T5 y T6 disminuyeron más su AT al compararlos con T4, registrando 2.09%, 1.80% y 1.81% para T4, T5 y T6 respectivamente, los cuales son superiores a los obtenidos por Benavides y Cuasqui (2008) que indica un promedio de 1.76% en temperatura ambiente (TA) esto posiblemente a la diferencia de IM con que se trabajó; a la semana 3, todos los

tratamientos disminuyeron su porcentaje de AT: para la semana 4, los tratamientos: T4 y T5 bajaron, mientras que el T6 parece que mantuvo su acidez; para la última semana todos los tratamientos no registraron cambios significativos con respecto a la semana anterior.



T1 = Inmersión en CaCl<sub>2</sub> a 3±1°C, T2 = Testigo a 3±1°C y T3 = Encerado a 3±1°C

**Figura 27.** Cambios de porcentaje de acidez titulable para los tratamientos almacenados a temperatura de refrigeración



T4 = Inmersión en CaCl<sub>2</sub> a 13±2°C, T5 = Testigo a 13±2°C y T6 = Encerado a 13±2°C

Fuente: Elaboración propia

**Figura 28.** Cambios de acidez titulable para tratamientos almacenados a temperatura ambiente

En las figura 27 y 28, también se puede observar que en todos los casos al final existió un descenso de la acidez, lo cual según Guzmán y Segura (1989) citado por Lancho *et al.* (2007) “es indicación de maduración del fruto”, lo que nos indicaría que el fruto en estudio tuvo un comportamiento climatérico. Según Galvis *et al.* (2005) un fruto maduro de aguaymanto posee un acidez entre 1.6 a 2.0 %, en este caso la fruta con que se trabajo tuvo un promedio de 2.25 % de acidez titulable (AT) llegando al final de 5 semanas con valores entre 1.6 a 1.78 % de AT, que según Herrera (2000) citado por Gonzales (2010) son considerados frutos de buena calidad. Aquí también se puede indicar que en comparación con el testigo, el método que conserva mejor la acidez es “inmersión” que hasta la quinta semana es el que mostró mejor porcentaje de ácido cítrico, lo cual concuerda con la investigación de Leyva *et al.* (2011) y Núñez *et al.* (2012) que refieren “aunque no haya mucha diferencia entre el testigo y el tratado con  $\text{CaCl}_2$ , al final del almacenamiento los frutos tratados con cloruro de calcio poseen mayor acidez”. Para el método “encerado”, se tiene que Saavedra y Algecira (2010) en fresas logró la estabilización de acidez en la primera semana. En la presente investigación, aunque no se logró estabilizar el promedio de AT desde un inicio, al final los valores de acidez fueron superiores al testigo, asemejándose a la tendencia de los resultados obtenidos por Ramírez *et al.* (2012) en fresas.

#### **4.2. VIDA ÚTIL DEL AGUAYMANTO SIN CÁLIZ SOMETIDO AL ENCERADO O INMERSIÓN EN CLORURO DE CALCIO Y ALMACENADO A TEMPERATURA AMBIENTE Y A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN**

##### **4.2.1. Con respecto a la pérdida de peso**

En la tabla 19 y figura 29 se observa el porcentaje de pérdida de peso que tuvieron los tratamientos investigados, donde solo se consideró datos hasta alrededor del 10%, porque según Rahman (2003) citado por Benavides y Cuasqui (2008) “La mayoría de las frutas y hortalizas, cuando han perdido entre el 5-10% de su contenido en humedad, presentan claros signos de marchitamiento”, Teniéndose lo siguientes porcentajes promedio de pérdida para cada tratamiento:

T1 (hasta 3ra semana)	:	11.49±0.83 % de pérdida de peso
T2 (hasta 5ta semana)	:	11.95±0.65 % de pérdida de peso

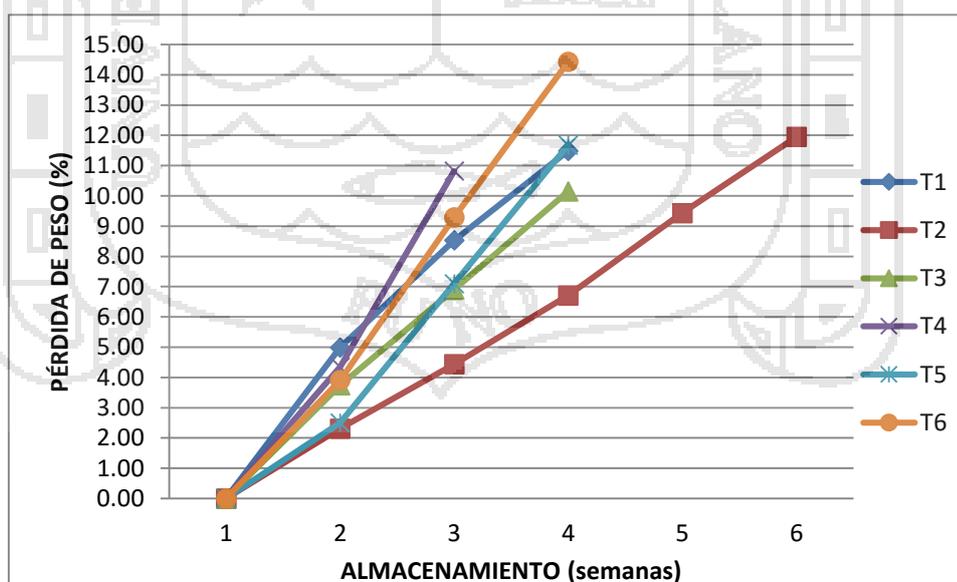
T3 (hasta 3ra semana)	:	10.15±0.55 % de pérdida de peso
T4 (hasta 2da semana)	:	10.82±0.26 % de pérdida de peso
T5 (hasta 3ra semana)	:	11.68±1.24 % de pérdida de peso
T6 (hasta 3ra semana)	:	14.43±1.68 % de pérdida de peso

Considerando los resultados anteriores, para hallar el día donde probablemente cada tratamiento llega al límite, es decir perder 10% de su peso inicial, se graficó mediante el programa Microsoft Excel 2010 los datos de la tabla anterior, obteniéndose las ecuaciones mostradas en la figura 30 (tratamientos a 3±1°C) y figura 31 (tratamientos a 13±2°C).

**Tabla 19.** Porcentajes promedio de pérdida de peso para los diferentes tratamientos

Tratamientos	semanas					
	0	1	2	3	4	5
T1	0.00	4.99±0.42	8.53±0.69	11.49±0.83		
T2	0.00	2.31±0.16	4.44±0.18	6.71±0.29	9.43±0.41	11.95±0.65
T3	0.00	3.74±0.17	6.90±0.35	10.15±0.55		
T4	0.00	4.35±0.11	10.82±0.26			
T5	0.00	2.50±0.31	7.10±0.82	11.68±1.24		
T6	0.00	3.91±0.33	9.29±0.85	14.43±1.68		

T1 = Inmersión en CaCl<sub>2</sub> a 3±1°C, T2 = Testigo a 3±1°C, T3 = Encerado a 3±1°C  
T4 = Inmersión en CaCl<sub>2</sub> a 13±2°C, T5 = Testigo a 13±2°C y T6 = Encerado a 13±2°C



Fuente: Elaboración propia

**Figura 29.** Comparación de porcentajes de pérdida de peso para los diferentes tratamientos

En la figura 30, se observa las tendencias que tuvieron los tratamientos T1, T2 y T3 con respecto al porcentaje de pérdida de peso, el cual corresponde a una ecuación de primer orden, que es:

$$Q_f = Q_0 - kt_{util}$$

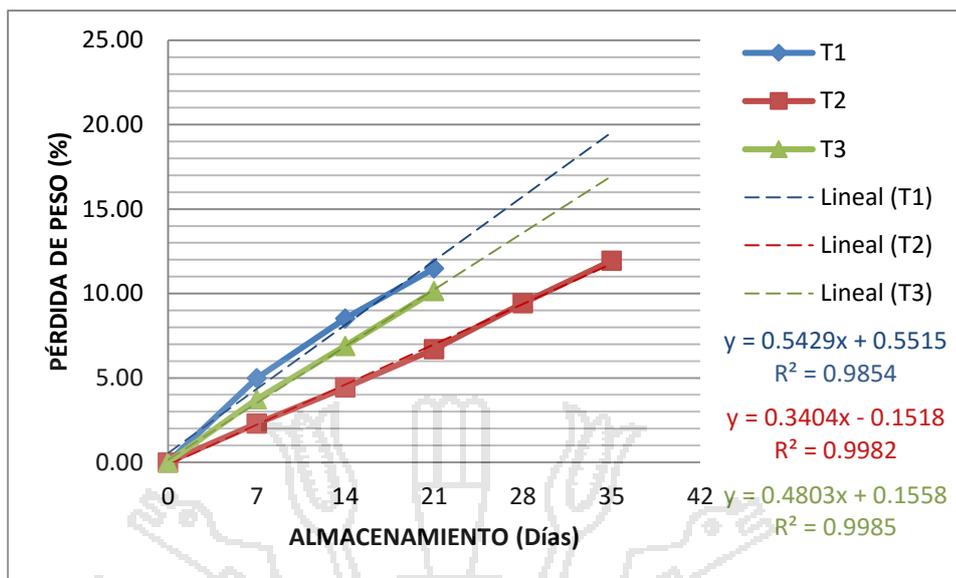
Con lo cual se obtuvo las siguientes ecuaciones:

$$T1: \quad Q_f = 0.5429t + 0.5515$$

$$T2: \quad Q_f = 0.3404t - 0.1518$$

$$T3: \quad Q_f = 0.4803t - 0.1558$$

De acuerdo a las ecuaciones anteriores, considerando un 10% de pérdida de peso como atributo final de calidad aceptable de acuerdo a Rahman (2003) citado por Benavides y Cuasqui (2008) que indica que “el fruto al perder el 10% de su peso inicial presenta claros signos de marchitamiento”, se tuvo que para T2 (testigo almacenado a TR) hubo una pérdida de peso de 0.34 % por día y una vida útil con **29.82 días**, seguido del T3 (encerado almacenado a TR) con un 0.48% de pérdida de peso por día y una vida útil de **20.50 días** y por último el T1 (inmersión en CaCl<sub>2</sub> almacenado a TR) con una pérdida de 0.54% de peso por día, con una vida útil de **17.40 días**. Sin embargo, la FAO (2006) y AMPEX (2008) publican que “el aguaymanto sin cáliz se puede almacenar hasta 5 días a 6°C y 70% de HR”, el fruto de la presente investigación superó lo mencionado, esto posiblemente por la influencia de la temperatura y humedad relativa ya que los frutos estudiados de los diferentes tratamientos estuvieron almacenados a menos temperatura y HR (3±1°C con 39±5%). Para el caso del T3, existe el antecedente de Rodríguez (2003) citado por Fisher *et al.* (2005) que al fruto del aguaymanto encerado con cera de abeja almacenado a 4°C con 72% de HR le da un tiempo de 41 días, el cual es superior a lo obtenido en el T3, que podría deberse a que la cera utilizada para la presente investigación no hubiera sido la adecuada porque aceleró la pérdida de peso.



T1 = Inmersión en CaCl<sub>2</sub> a 3±1°C, T2 = Testigo a 3±1°C y T3 = Encerado a 3±1°C

Fuente: Elaboración propia

**Figura 30.** Líneas de tendencia para T1, T2 y T3 con respecto al porcentaje de pérdida de peso

En la figura 31, se muestra también la tendencia a una regresión lineal de primer orden, para los tratamientos T4 (inmersión en CaCl<sub>2</sub> almacenado a TA), T5 (testigo almacenado a TA) y T6 (encerado almacenado a TR), el cual corresponde a la siguiente ecuación:

$$Q_f = Q_0 - kt_{util}$$

Lo cual dio como resultado las siguientes ecuaciones:

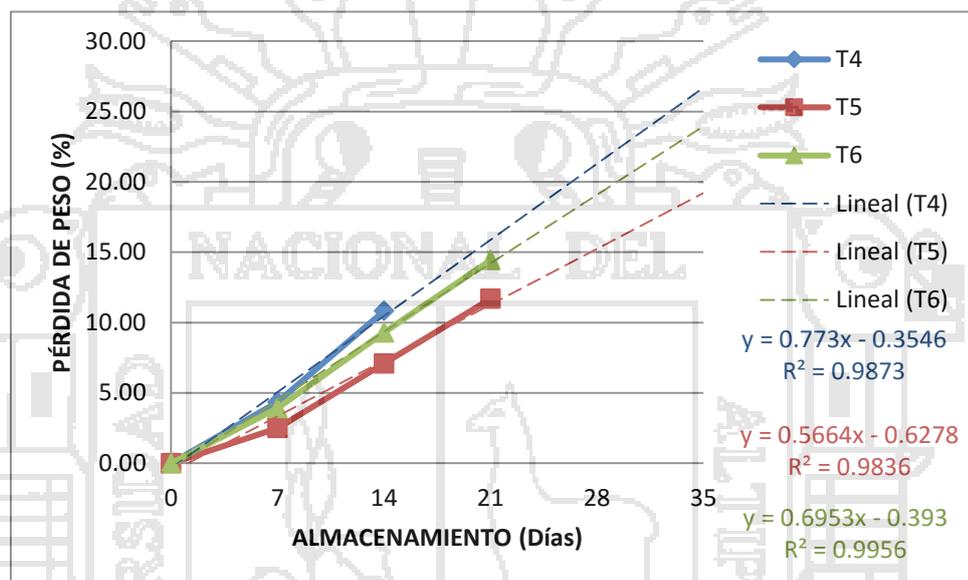
T4:  $Q_f = 0.773t + 0.3546$

T5:  $Q_f = 0.5664t - 0.6277$

T6:  $Q_f = 0.6953t - 0.393$

Considerando un 10% de pérdida de peso como atributo final de calidad aceptable de acuerdo a Rahman (2003) citado por Benavides y Cuasqui (2008), se obtuvo en el T5 una pérdida de peso de 0.57% por día y una vida útil de **18.76 días**, seguido del T6 con una pérdida de peso de 0.70% por día con una vida útil de **14.95 días** y por último el T4 con una pérdida diaria de 0.77% y **13.40 días** de vida útil; los resultados obtenidos superaron lo publicado por FAO (2006) y AMPEX (2008) “el aguaymanto sin cáliz se puede almacenar hasta por tres días a 18°C y 70% de humedad relativa (HR)”, esto podría ser como consecuencia de la temperatura y humedad relativa

de almacenamiento, porque los frutos estudiados de los tratamientos a temperatura ambiente estuvieron almacenados a  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $79\pm 6\%$  de HR, pero, Villamizar *et al.* (1993) citado por Fisher *et al.* (2005) da al aguaymanto sin cáliz una vida útil de “20 días” a  $18^{\circ}\text{C}$  y 70% de HR (misma  $T^{\circ}$  y HR publicada por AMPEX y FAO), el cual se aproxima más a los 18.76 días del T5 y que deja por lejos los tres días de (FAO y AMPEX), lo que nos indicaría que los frutos de aguaymanto se comportaron de manera diferente, esto posiblemente por el lugar de su procedencia, ya que cada lugar posee diferentes características climatológicas y geográficas.



T4 = Inmersión en  $\text{CaCl}_2$  a  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ , T5 = Testigo a  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$  y T6 = Encerado a  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$

Fuente: Elaboración propia

**Figura 31.** Líneas de tendencia para T4, T5 y T6 con respecto al porcentaje de pérdida de peso

Comparando los resultados anteriores, se evidencia que el tratamiento que perdió más peso en menos tiempo es el T4 (inmersión en  $\text{CaCl}_2$ , almacenado a TA) y el tratamiento que perdió menos peso en más tiempo es el T2 (testigo, almacenado a TR), lo que nos indica que en comparación con los testigos (T2 y T5) los métodos empleados no lograron disminuir la pérdida de peso, esto posiblemente porque: En el método “encerado”, no se usó la cera adecuada, ya que según Gómez (2011) “A la hora de encerar los frutos es fundamental tener en cuenta si el cultivo es un fruto climatérico o no climatérico”; en el caso de la fruta estudiada Galvis *et al.* (2005) publica que autores como: Villamizar *et al.* (1993) menciona que el aguaymanto presenta un comportamiento no climatérico, Castañeda *et al.* (2002) indica que es un fruto

climatérico y Rodríguez (2003) clasifica al aguaymanto como un fruto intermedio entre comportamiento climatérico y no climatérico; en el método “inmersión”, parece que influyó el porcentaje de  $\text{CaCl}_2$  y el tiempo de inmersión, ya que en las investigaciones anteriores esta sal se aplicó desde 0.7 a 25% por tiempos entre 2 min a 1 hora, García y Praderas (2010) que utilizó un 0.7% , Sohail *et al.* (2014) que utilizó entre 1 y 3% por 5 minutos en melocotoneros encontró mejores resultados en 3%, Galvis *et al.* (2003) que aplicó de 10 a 20% durante 30 minutos en mangos indicó mejores resultados en 10%, Saborio *et al.* (2000) trabajo con 1 y 4% por 5 minutos en papayas menciona que con el 4% se obtiene mejores resultados en sus características pero afecta negativamente la maduración del fruto, y Galvis y Hernández (1994) que aplicaron 15, 20 y 25% en mangos durante 1 hora, publican mejores resultados para el 15% de  $\text{CaCl}_2$ ; donde se observa que a medida que el fruto aumenta de tamaño la concentración de cloruro de calcio aumenta, con lo cual se puede concluir que esta sal se aplicó en dosis inadecuada debiéndose trabajar con menos del 3% ya que esta dosis pudo haber causado que se acelere la respiración del fruto y en consecuencia acelerar la pérdida de peso; y como se mencionó en los efectos de los métodos el aguaymanto posee pectinas de gelificación débil, lo cual también influyo en que el cloruro de calcio no haya fortalecido la pared celular del fruto, desfavoreciendo al método de inmersión; en el método “encerado” como se mencionó la cera pudo no haber sido la adecuada por la falta de morfolina, además de que todos los tratamientos fueron desinfectados con hipoclorito de sodio que según lo indicado por Alvarado *et al.* (2004) citado por Galvis *et al.* (2005) aumenta la respiración del fruto de aguaymanto.

A continuación en la tabla 20 se muestra el análisis de varianza para vida útil con respecto al porcentaje de pérdida de peso, esto para observar las influencias que tuvieron los factores “temperaturas (T)” y “métodos (M)” sobre la vida útil del fruto de aguaymanto, donde se evidencia que existió diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que las temperaturas y los métodos actuaron mostrando diferentes valores de vida útil con respecto a la pérdida de peso; para la interacción “T x M”, también existió diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que los factores actuaron de forma dependiente sobre la vida útil con respecto a la pérdida de peso. Además el coeficiente de variación es igual a 8.67% lo que nos indica la confiabilidad de los datos logrados (Vásquez, 1990).

**Tabla 20.** Análisis de varianza para vida útil con respecto al porcentaje de pérdida de peso

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig .	Pr > F
Temperaturas	1	296.8066667	296.8066667	107.89	4.41	8.29	**	<.0001
Métodos	2	321.8842750	160.9421375	58.50	3.55	6.01	**	<.0001
T x M	2	62.9759083	31.4879542	11.45	3.55	6.01	**	0.0006
Error	18	49.5195500	2.7510861					
Total Correcto	23	731.1864000						
CV=8.67%		$\bar{x} = 19.14$						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21, se observa la prueba Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para factor “temperatura” sobre vida útil con respecto a la pérdida de peso, donde la temperatura de refrigeración (TR) tuvo mayor promedio de vida útil con 22.65 días, el cual fue estadísticamente superior al promedio de vida útil obtenido en almacenamiento a temperatura ambiente; lo cual es concordante con lo mencionado por (Umaña, 2010) que indica “la temperatura determina en gran medida la vida útil de los frutos, debido a su influencia sobre la tasa respiratoria, lográndose una disminución en la respiración al almacenar los productos a temperaturas bajas”.

**Tabla 21.** Prueba de significancia Tukey para temperaturas sobre la vida útil con respecto al porcentaje de pérdida de peso

Orden de merito	Temperaturas	Promedio de vida útil (Días)	Sig. $\leq 0.05$
1	3±1°C	22.65	a
2	13±2°C	15.62	b

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22, se observa la prueba Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para factor “método (M)” sobre vida útil respecto al porcentaje de pérdida de peso, donde el testigo tuvo mayor vida útil con 24.13 días, el cual es estadísticamente superior a los dos métodos empleados, esto porque los métodos “encerado” e “inmersión” mostraron más pérdida de peso; en el caso del “encerado” pudo haber sido ocasionado por usar la cera inadecuada, ya que Cortés (2003) aplicó dos tipos de cera para conservar duraznos, donde la cera PRIMAFRESH 50E tuvo ventaja frente a BRITEX 521, también se tiene a Ramírez *et al.* (2012) que al aplicar recubrimiento comestible logró aumentar la vida útil de moras por cinco días más en comparación al testigo; en cuanto al método

“inmersión”, esto podría haber sido por aplicar cloruro de calcio de manera inadecuada (porcentajes, tiempo y temperatura de inmersión).

**Tabla 22.** Prueba de significancia Tukey para métodos sobre la vida útil con respecto al porcentaje de pérdida de peso

Orden de merito	Métodos	Promedio de vida útil (Días)	Sig. $\leq 0.05$
1	Testigo	24.13	a
2	Encerado	17.83	b
3	Inmersión	15.45	c

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, se tiene la prueba Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para interacción “temperatura x método” sobre vida útil con respecto a pérdida, donde la interacción “temperatura de refrigeración x testigo” destacó con una vida útil de 29.90 días, el cual es estadísticamente superior a las demás interacciones. Los resultados mostrados en la tabla anterior son similares a los obtenidos en las ecuaciones de relación de las figuras 30 y 31, que dieron una vida útil de: 30 días para T2, 21 días para T3, 19 días para T5, 18 días para T1, 15 días para T6 y 13 días para T4; aquí también se puede observar que el método “encerado” tuvo mejores resultados que el método “inmersión” en ambas temperaturas.

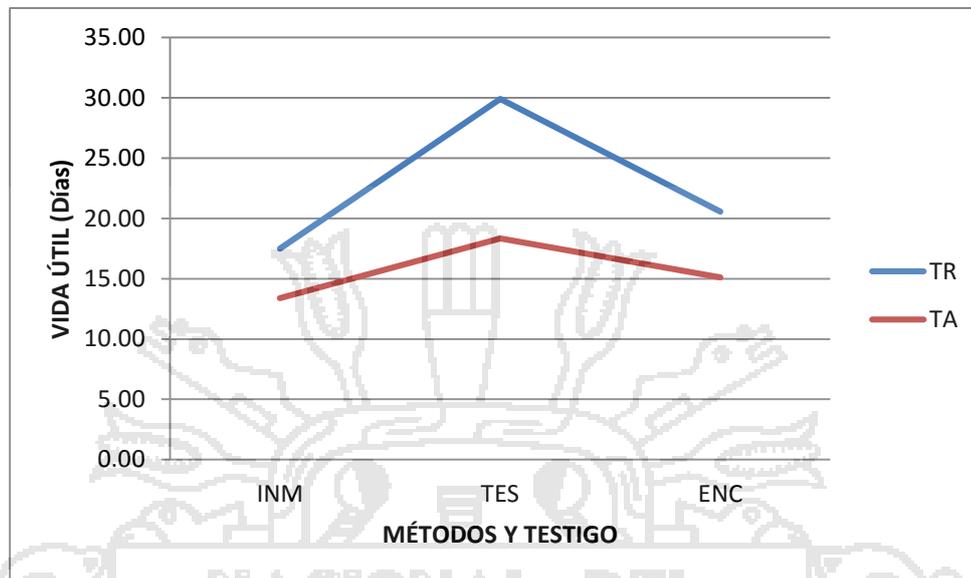
**Tabla 23.** Prueba de Tukey para interacción "temperaturas x métodos" sobre la vida útil con respecto al porcentaje de pérdida de peso

Orden de merito	Temperaturas (°C)	Métodos	Promedio de vida útil (Días)	Sig. $\leq 0.05$
1	3±1	Testigo	29.90	a
2	3±1	Encerado	20.56	b
3	13±2	Testigo	18.36	b c
4	3±1	Inmersión	17.50	b c
5	13±2	Encerado	15.10	c d
6	13±2	Inmersión	13.40	d

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 32 las líneas no son paralelas, por consiguiente existe interacción entre los factor métodos y factor temperaturas, también se puede observar que los métodos y testigo tuvieron más vida útil estando almacenados a temperatura de refrigeración, interactuando más con el testigo que con los métodos, mientras que la temperatura ambiente influyó poco en la vida útil respecto a los métodos, además se observa que no hubo diferencia significativa en la vida útil de los

dos métodos tanto a temperatura ambiente como de refrigeración ya que mostraron similares vidas útiles.



INM = Inmersión en  $\text{CaCl}_2$ , ENC = Encerado y TES = testigo  
TA = Temperatura ambiente ( $13 \pm 2^\circ\text{C}$ ) y TR = Temperatura de refrigeración ( $3 \pm 1^\circ\text{C}$ )

Fuente: Elaboración propia

**Figura 32.** Interacción de los métodos y temperaturas sobre la vida útil

#### 4.2.2. Con respecto a la aparición y desarrollo de hongos

Esta determinación se realizó cuando cada tratamiento superó el 10% de su peso inicial, para corroborar el resultado visual que no mostró indicios de presencia de hongos (anexo 6, fotografía 11) mediante la siembra en PDA se determinó que tanto para frutos almacenados a temperatura ambiente y de refrigeración no hubo crecimiento de colonias de levaduras a las 48 horas ni de mohos después de 7 días de incubación; esto pudo ser debido a que, según Agusti (2003) “las bajas temperaturas y las humedades relativas altas reducen la transpiración y retardan la senescencia, así mismo reducen la germinación de esporas y desarrollo de patógenos”, esta sería la razón por la cual los tratamientos investigados no mostraron presencia de mohos y levaduras, ya que el presente estudio se realizó a temperaturas más bajas que las utilizadas por (Benavides y Cuasqui (2008) y Gonzales (2010), tanto en temperatura ambiente y de refrigeración; además en ninguna de las anteriores investigaciones se menciona que se haya utilizado algún tipo de desinfectante antes de realizar las respectivas experimentaciones, mientras que el fruto de la presente investigación fue desinfectada

con cloro (hipoclorito de sodio) que según (Alcázar, 2002) “El cloro destruye rápidamente a los microorganismos, actúa sobre todo contra las bacterias, incluidas las esporas, levaduras y hongos”.

Para temperatura de refrigeración, según Benavides y Cuasqui (2008) la duración del aguaymanto sin cáliz almacenado a  $6\pm 2^{\circ}\text{C}$  con 67% de humedad relativa (HR) e índice de madurez de 6.0 fue de 32 a 34 días, resultados que no distan mucho de la presente investigación, ya que hasta los 35 días de almacenamiento de los frutos estudiados de la presente investigación ningún tratamiento almacenado a  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$  con  $39\pm 5\%$  de HR presentó presencia de mohos y levaduras, pero que sin embargo superan a los 20 y 30 días que menciona Gonzales (2010) para aguaymantos sin tratamiento y tratados con una concentración de 500ppm de aceite esencial de canela almacenados a  $5^{\circ}\text{C}$ .

Para temperatura ambiente, según Benavides y Cuasqui (2008) para frutos almacenados a  $18-21^{\circ}\text{C}$  con 50% de HR, reporta una duración entre 10 a 13 días y para Gonzales (2010) la vida útil del aguaymanto tratado con 250ppm de aceite esencial de canela almacenado a  $21^{\circ}\text{C}$  fue de 21 días; en la presente investigación, hasta los 35 días donde terminó la investigación no hubo presencia de hongos tanto en forma visual como por siembra en PDA.

#### **4.2.3. Relacionando pérdida de peso y aparición de hongos para vida útil**

Cuando los tratamientos perdieron 10% de su peso inicial, ninguno de ellos mostraba signos de marchitamiento ni presencia de mohos y levaduras, con lo cual se podría decir que todavía estaban en estado comerciable y comestible, lo cual respalda lo determinado las ecuaciones de tendencia (figura 30 y 31) y la prueba de Tukey ( $P\leq 0.05$ ) para interacción “temperatura x método” sobre vida útil con respecto a pérdida de peso, que nos dio una vida útil de: 30 días para T2 (testigo a  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), 21 días para T3 (encerado a  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), 19 días para T5 (testigo a  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), 18 días para T1 (inmersión a  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), 15 días para T6 (encerado a  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y 13 días para T4 (inmersión a  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

Aquí también se puede concluir que el método “encerado” tuvo mejores resultados que el método “inmersión” en ambas temperaturas, también cabe resaltar que

al término de la investigación (Anexo 5, fotografía 13) los tratamientos T4 (inmersión almacenado a  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y T6 (encerado almacenado a  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) ya mostraron signos de marchitamiento, pero sin presencia de hongos, lo cual nos indica que con respecto a la pérdida de peso, la aplicación de cera “Seal Brite” y “CaCl<sub>2</sub> al 3%” no fueron los adecuados para estos tratamientos, ya que no lograron superar al testigo (T5); en cambio visualmente T1, T2 y T3 (almacenados a  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) al igual que T5 (testigo almacenado a  $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) no presentaron signos de marchitamientos, considerando los resultados del Tabla 23 se observa que los testigos en ambas temperaturas de almacenamiento poseen mayor vida útil que los métodos empleados, los cuales son estadísticamente similares tanto a temperatura ambiente como de refrigeración.

#### **4.3. INHIBICIÓN DE LA APARICIÓN DE HONGOS EN LOS DOS MÉTODOS (ENCERADO Ó INMERSIÓN EN CLORURO DE CALCIO) EN EL AGUAYMANTO ALMACENADO A TEMPERATURA AMBIENTE Y A TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN**

Al término del experimento (5 semanas) las frutas en estudio de los diferentes tratamientos no mostraron presencia de hongos, en forma visual como por siembra en PDA, esto como se mencionó anteriormente pudo haber sido por el uso de hipoclorito de sodio al momento de desinfectar la fruta; además el cloruro de calcio según Barkai y Golan (2001) citado por Martínez *et al.* (2012) “las aplicaciones de calcio en forma de CaCl<sub>2</sub> son muy útiles para aumentar la resistencia natural de las frutas a los patógenos, debido al incremento de contenido de calcio y su protección de los tejidos frente a *B. cinérea*”, además se tiene que Smilanick *et al.* citado por Muñoz (2008) indica que “tratamientos de frutos con baños en soluciones acuosas de esta sal se ha controlado las infecciones causadas por el género *Penicillium sp*”, hongos que según Dostert *et al.* (2011) suelen causar infecciones fúngicas en el fruto de aguaymanto; y por otro lado se tiene que el aceite esencial de canela según Plotto *et al.* (2003) citado por Gonzales (2010) “el aceite esencial de canela fue uno de los mejores para el control de *Botrytis cinerea* en tomate”, que como se mencionó anteriormente suele atacar al fruto de aguaymanto.

## CONCLUSIONES

Con respecto a la “pérdida de peso” y “sólidos solubles totales”, los dos métodos empleados (encerado e inmersión en cloruro de calcio) afectaron negativamente estas características, ya que hubo más pérdida de peso y en consecuencia hubo mayor incremento de sólidos solubles totales a comparación de la muestra testigo, mientras que las temperaturas de almacenamiento sólo influenciaron en el porcentaje de pérdida de peso y para sólidos solubles totales fue no significativa; con respecto a la “firmeza” este no se vio afectado por los métodos empleados, pero si por la temperatura de almacenamiento, conservándose mejor a temperatura de refrigeración; y por último los valores promedio de “pH” y “acidez titulable” fueron afectados positivamente a temperatura de refrigeración más con el método de inmersión que el encerado, ya que superaron los promedios obtenidos con los tratamientos testigo.

Los resultados mostraron mayor vida útil con el método “encerado” que “inmersión” aunque estadísticamente estas no fueron significativas tanto a temperatura ambiente ( $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) como a temperatura de refrigeración ( $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), obteniéndose para el método encerado una vida útil de 21 días a temperatura de refrigeración y 15 días a temperatura ambiente, mientras que para el método inmersión en cloruro de calcio se obtuvo una vida útil de 18 días a temperatura de refrigeración y 13 días a temperatura ambiente.

Los métodos empleados no influenciaron para la inhibición y desarrollo de hongos, ya que la aplicación previa de hipoclorito de sodio como desinfectante logró impedir esta aparición durante cinco semanas de almacenamiento.

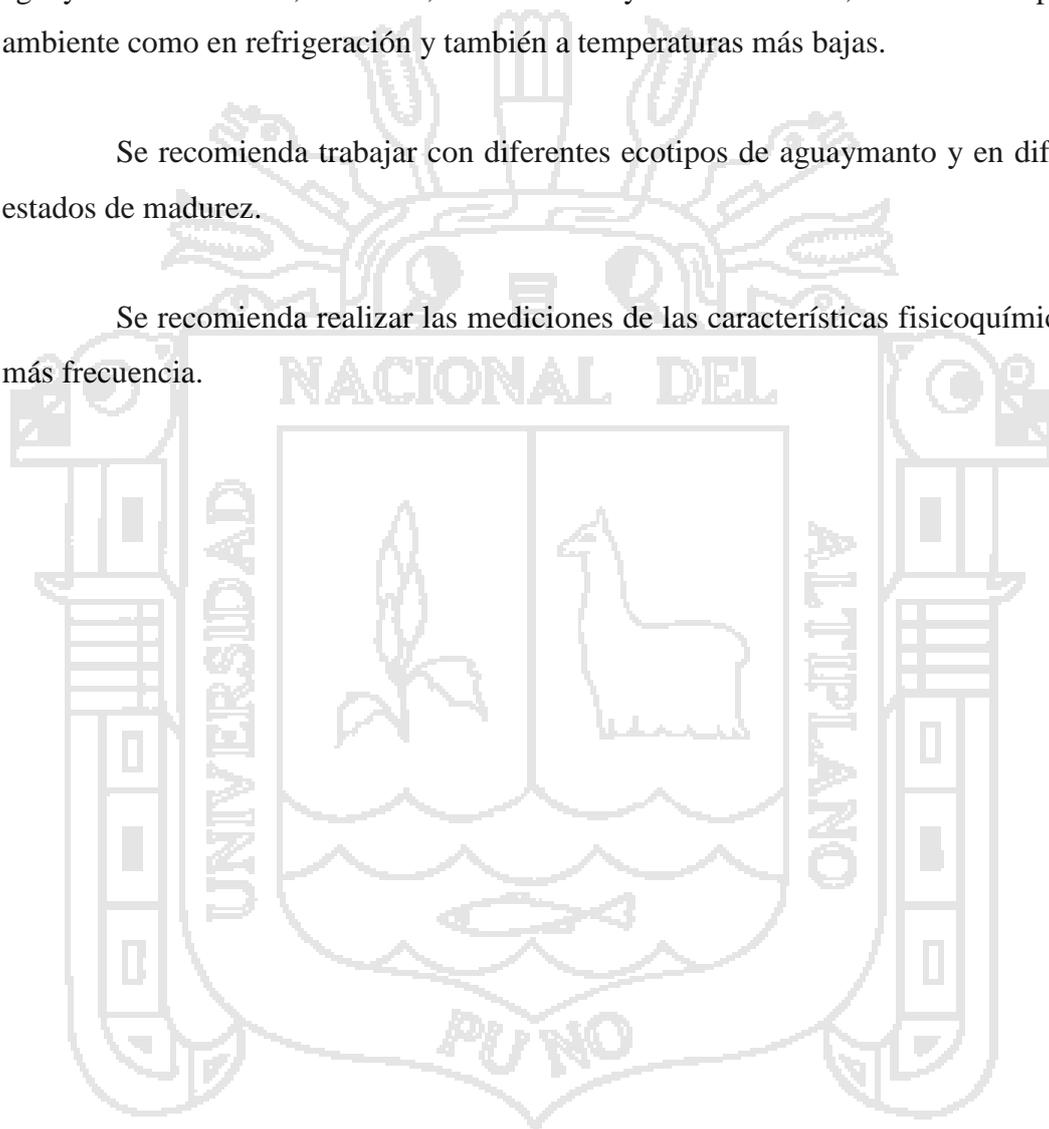
## RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar otros tipos de cera y trabajar con diferentes porcentajes de cloruro de calcio, tomando en cuenta la pectina presente en el aguaymanto.

Se recomienda hacer un estudio donde se pueda comparar la conservación del aguaymanto con cáliz, sin cáliz, desinfectado y sin desinfectar, tanto en temperatura ambiente como en refrigeración y también a temperaturas más bajas.

Se recomienda trabajar con diferentes ecotipos de aguaymanto y en diferentes estados de madurez.

Se recomienda realizar las mediciones de las características fisicoquímicas con más frecuencia.



**BIBLIOGRAFÍA**

- Agusti M. (2003). *Citricultura* Segunda Edición Ediciones Mundi Pensa. Madrid - España. 416 p.
- Ahmed E., Yousef, Carlstrom C. (2003). *Microbiología de los Alimentos*. Manual de Laboratorio. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza - España. 315 p.
- Alcázar del Castillo J. (2002) *Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias*. Segunda Edición. Cusco - Perú. 722 p.
- AMPEX Asociación Macroregional de Productores para la exportación (2008). *Perfil de Mercado Aguaymanto*. Lambayeque - Perú. 46 p.
- Association of Official Analytical Chemists (1995). *Official Methods of Analysis*. 16<sup>a</sup> Ed. Artington, Va U.S.A.
- Benavides P. E. Cuasqui L. E. (2008) *Estudio del Comportamiento Poscosecha de la Uvilla (Physalis Peruviana L.) sin Capuchón*. Tesis de la Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. 131p.
- Camacho G. y Sanabria G. *Alternativas de Procesamiento y transformación de la Uchuva*. Editado por Fisher *et al*, Colombia (2005). pp. 191-203.
- Cortes S. F (2003). *Estandarización del proceso de encerado en la máquina SOMCA 1-Colombia para evaluar técnicamente dos tipos de cera (Prima Fresh 50E y Britex 521) como medio de conservación del durazno melocotón en la empresa Frutas finas & Cía*. Proyecto de la Universidad la Sabana. Bogotá - Colombia. 143p.
- Chicaiza G. (2008). *Inventario de Enfermedades Fungosas de la Uvilla (Physalis Peruviana) en las Parroquias de Yaruqui y Amaguaña del Canton Quito, Provincia de Pichincha* Tesis de la Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda – Ecuador.
- Dostert N., Roque J., Cano A., La Torre M. I. y Weigend M. (2011). *Hoja Botánica: Aguaymanto*. Proyecto Perú biodiverso. Cooperación Suiza – SECO. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo – MINCETUR. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo – PROMPERU. Ministerio del Ambiente – MINAM. Primera Edición. Lima – Perú. 15 p.
- Encina C. R. (2010). *Influencia del Descerado y Composición del Almíbar en la Optimización del Tratamiento Térmico de la Conserva de Aguaymanto (Physalis peruviana, Linnaeus.1753) para la mayor retención de ácido ascórbico*. Primera Edición. 173p.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). RAPA (Regional Office for Asia and the Pacific) y AFMA (Association of Food Marketing Agencies in Asia and the Pacific) (1989). *Manual para el Mejoramiento del manejo Poscosecha de frutas y hortalizas*. Santiago – Chile. (87p). <http://www.fao.org/docrep/x5056s/x5056s03.htm>. Consultada el 25 de Octubre del 2013.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). *FICHAS TECNICAS, Productos Frescos y Procesados*. Disponible en [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/UCHUVA.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/UCHUVA.HTM) Consultada el 22 de Octubre del 2013.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2000). *Manual para el manejo postcosecha de frutas tropicales*. Tomado de: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm>. Consultada el 06 de Agosto del 2014.
- Fischer G., Miranda D., Piedrahita W. y Romero J. (2005), *Avances en cultivo, Poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.) en Colombia*, Universidad Nacional de Colombia, Primera edición, editorial e impresión Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos. Bogotá – Colombia. 221 p.
- Galdames C. A. (2006). *Efecto de las aplicaciones de calcio al fruto sobre el ablandamiento durante el almacenamiento de Kiwi*. Memoria de la Universidad de Chile. 40p.
- Galvis J. A., Arjona H. y Fischer G. (2003). *Efectos de la Aplicación de soluciones de cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) sobre la vida de Almacenamiento y la Calidad del fruto de Mango (Mangifera indica L.) variedad Van Dyke*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Agronomía Colombiana, vol. 21, núm. 3, 2003, pp. 190-197.
- Galvis J. A., Fisher G. y Gordillo O.P. *Cosecha y Poscosecha de la Uchuva*. Editado por Fisher *et al*, Colombia (2005), pp. 165-190.
- Galvis A. y Hernández (1994). *Influencia de calcio en la conservación del mango (Mangifera indica L.) variedad Tommy Atkins*. Agronomía Colombiana. Volumen X. No 1, pp. 64-72.
- García A. D. (2008). *Aplicación de la Tecnología IV Gama en Frutos de Melón (Cucumis Melo) y Piña (Ananas Comosus)* Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, Vol. 9, Núm. 1, sin mes, pp. 34-43.
- García A. D. y Praderas G. M. (2010). *Influencia del Cloruro de Calcio y de un tipo de Empaque sobre las Propiedades Físicoquímicas y la Textura de la Fresa (Fragaria x ananassa Duch.) durante el Almacenamiento*. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 63(1): pp. 5417-5427.

- Gil M., Allende A., López-Gálves F., y Selma M. (2009). *¿Hay alternativas al cloro como higienizante para productos de IV Gama?*. En Revista de Industria, Distribución y Socioeconomía hortícola [www.horticom.com](http://www.horticom.com). Editor: Pere Papasseit *Horticultura Internacional* (pp. 38 – 47). España. Disponible en la página: <http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/extra09.pdf>. Consultada el 27 de setiembre del 2015.
- Gil G. F. (2001). *Madurez de la Fruta y Manejo Poscosecha*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Primera Edición. Santiago – Chile.
- Gómez E. (2011). *Recubrimientos para frutas y hortalizas. V Curso Internacional Tecnología postcosecha y Procesado mínimo*. <http://www.upct.es/gpostref/Curso11/programa11.pdf>. Consultado el 25 de agosto del 2015.
- Gómez R. A. (2013). *Evaluación sensorial de láminas de mango (Manguifera indica L. cv. Keitt) fortificadas con cloruro de calcio mediante deshidratación osmótica con pulsos de vacío*. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 4 (2): 157-169.
- Gonzales M. V. (2010). *Conservación de Mora, Uvilla y Frutilla mediante la utilización de Aceite esencial de Canela (Cinnamomum zeynalicum)* Tesis de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba –Ecuador. 177p.
- Ibáñez V. (2009). *Métodos Estadísticos*. Primera edición. Editorial Universitaria. Puno – Perú. 575 p.
- Lanchero O., Zelandia G., Fisher G., Varela N.C. y García H. (2007) *Comportamiento de la uchuva (Physalis peruviana L.) en Poscosecha bajo condiciones de atmósfera modificada activa*. Revista Corpoica. Vol. 8 (núm. 1) pp 61-68.
- Leyva N., Heredia B., Contreras L., Angulo L., Muy M., Campos J. y González I. (2011). *Sales de calcio mejoran vida de anaquel y aceptabilidad general de papaya (Carica papaya L. var. Maradol) fresca cortada* Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2 (1): 001-015. 15p.
- Ligarreto G., Lobo M. y Correa A. (2005). *Recursos Genéticos del Género Physalis en Colombia*. Editado por Fisher *et al*, Colombia, pp. 9-27.
- Luna G. I. y Aguilar S. L. (2011). *Conservación de los Alimentos y Predicción de su vida útil*. Primera Edición. Puno – Perú. 95p.
- Madrid V. (1994). *Métodos Oficiales de Análisis de Alimentos*. Mundi – Pensa Libros, S.A. Madrid (España) 570 p.
- Muñoz A. (2008). *Caracterización de distintos péptidos antimicrobianos con actividad frente a hongos fitopatógenos de Interés Agroalimentario*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia 276 p.

- Nieto V.A. (2010). *Estudio sobre el comportamiento del fruto de Uvilla (Physalis peruviana), en el Cantón Cevallos de la provincia de Tunguragua*. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos – Ecuador. 119p.
- Núñez K., Castellano G., Ramírez R., Sindoni M. y Marín C. (2012). *Efecto del Cloruro de Calcio y una Cubierta Plástica sobre la Conservación de las Propiedades Organolépticas de la Fresa (Fragaria X Ananassa Duch)*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 13, núm. 1, Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. Hermosillo, México pp. 21-30.
- Olusola L. (2002). *Fresh-cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market*. EUA, CRC Press. pp. 291-294. Traducción: I. A. Violeta Morales V.
- Pérez B., Mendoza A., Bringas E., Cruz L. y Baez R. (2006). *Evaluación de Cera Comestible en mango "Tommy Atkins" destinado a la Comercialización para el Turismo, Parte III: Efecto en las características cuticulares*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, enero, año/vol. 7, número 002. Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. Hermosillo, México. pp. 122-130.
- Poveda D. C. (2006). *Selección de extractos fúngicos extracelulares (EFE) con potencial para el control de Botrytis cinerea en tomate (Lycopersicum esculentum Mill.)*. Tesis de la Universidad Javeriana. Bogotá – Colombia. 128p.
- Quintero J., Falguera V. y Muñoz A. (2010). *Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola*. Revista Tumbaga | 5 | pp. 93-118.
- Ramírez J., Aristizábal I. y Restrepo J. (2012). *Conservación de Mora de Castilla (Rubus Glaucus Benth) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel demucílago de Penca de Sábila (Aloe Barbadensis Miller)*. Tesis de la Universidad Nacional De Colombia. Medellín-Colombia. 112p.
- Rincón A. y Martínez E. (2015). *Funciones del calcio en la calidad poscosecha de frutas y hortalizas*. Vol. 24, No 34 (2015), Revista Alimentos Hoy – 13pags.
- Roberts D., Hooper W. y Greenwoodd H. (2000), *Microbiología Práctica de los Alimentos* Editorial Acribia. Zaragoza (España) 278 p.
- Saavedra N., y Algecira N. (2010). *Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas*. NOVA – Publicación Científica en Ciencias Biomédicas – ISSN: 1794-2470 Vol.8 No. 14. pp. 171 – 182.

- Saborío D., Saenz V., Arauz L. F. y Bertsch F. (2000). *Efecto del calcio en Aplicaciones precosecha y poscosecha sobre la severidad de Antracnosis (Colletotrichum Gloeosporioides) y la calidad de frutos de papaya (Carica Papaya)*. Agronomía Costarricense 24(2): 77-88.
- Sohail M., Ayub, M., Khalil, S, A., Zeb, A., Ullah, F., Afridi, S. R. y Ullah, R. (2014). *Effect of calcium chloride treatment on post-harvest quality of peach fruit during cold storage*. International Food Research Journal 22(6): 2225-2229 (2015).
- Sucapuca M. (2013). *Evaluación de la Vida en Anaquel de la chirimoya (Annona cherimola Mill) mínimamente procesada con el uso de antioxidantes envasada al vacío y almacenada a temperatura baja*. Tesis de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú. 107 p.
- Teles de Sousa M. de G. (2006). *Estudio del comportamiento poscosecha de la ciruela reina Claudia verde*. Tesis de la Universidad de Évora. Badajoz. 326 p.
- Umaña G. (2010). *Principales problemas fitopatológicos en frutos tropicales de Costa Rica durante el transporte y alternativas para su control*. Evaluación no destructiva de la calidad e implementación de industria frutícola. Reunión Científico Técnica FRUTURA de Santiago (Chile) V3. Editado por Contreras E., Hinojosa A. Correa E. y Ruiz M.
- Vásquez V. (1990). *Experimentación agrícola* 1ra Edición. Editorial Amaru. Lima – Perú. 278p.



## Anexo 1

## Resumen de la Norma Técnica Colombiana (NTC 4580)

El Aguaymanto (*Physalis peruviana*), para consumo fresco o destinado al procesamiento industrial, debe cumplir (ICONTEC, citado por Encina 2010).

**Tabla 1. Características del aguaymanto en diferentes categorías**

Categoría	Características	Tolerancia
Extra	Uchuvas de excelente calidad exentas de cualquier defecto que altere la calidad del fruto. El capacho puede presentar manchas por humedad u hongos, pero estos defectos no deben exceder del 5% del área total del capacho.	Con o sin capacho se admite el 5% por número o peso de uchuvas que no cumplan con las características de esta categoría, pero sí de la siguiente.
1	Uchuvas de buena calidad que cumplan los requisitos mínimos exentas de cualquier defecto que altere la calidad del fruto. El capacho puede presentar manchas por humedad u hongos, pero estos defectos no deben exceder el 10% del área total del capacho.	Con o sin capacho se admite el 10% por número o peso de uchuvas que no cumplan con las características de esta categoría, pero sí de la siguiente.
2	Uchuvas que no clasifiquen en las anteriores categorías, pero cumplan los requisitos mínimos. Se admiten rasgaduras en los frutos que no superen el 5% del área total. El capacho puede presentar manchas por humedad u hongos, pero estos defectos no deben exceder el 20% del área total del capacho.	Con o sin capacho se admite el 10% por número o peso de uchuvas que no cumplan con las características de esta categoría ni las características mínimas, igualmente se admite el 20% en número o peso de frutos rasgados en áreas superiores al 5%.

Fuente: ICONTEC (1999) citado por Encina (2010)

**Tabla 2. Características del aguaymanto con diferentes calibres**

CALIBRE		
El calibre se determina por el diámetro del fruto		
Diámetro mm	Calibre	Tolerancia
Menor o igual 15	A	Se admite el 10% por número o peso de uchuva que se encuentren en un calibre inmediatamente superior o inferior al especificado en el empaque.
15,1 – 18	B	
18,1 – 20	C	
20,1 – 22	D	
Mayores o iguales a 22,1	E	

Fuente: ICONTEC (1999) citado por Encina (2010)

**Características mínimas**

- Enteras, con la forma característica de la variedad.
- De aspecto fresco y consistencia firme, con la superficie lisa y brillante.
- Sanos, libres de ataques de insectos o enfermedades.
- Limpios. Exentos de olores, sabores o materias extrañas visibles.
- Prácticamente libre de humedad exterior anormal producto del mal manejo postcosecha.
- La longitud del pedúnculo no debe ser superior a 25mm.
- El color del fruto debe ser homogéneo de acuerdo con el estafo de madurez.
- Con o sin capacho.
- Para la exportación la uchuvas se presentan en empaques individuales entre 250 y 450g con dimensiones de 40 x 30 cm o 50 x 30 cm o submúltiplos de 12 x 80 cm.
- Los envases deberán brindar la suficiente protección al producto, de manera que se garantice la manipulación, transporte y conservación de las uchuvas.
- El contenido de cada envase debe ser homogéneo y estar constituido por uchuvas del mismo origen, variedad, categoría, color y calibre.
- Los materiales deben ser nuevos, limpios y no ocasionar ningún tipo de alteración al producto.
- Se permite la utilización de materiales, papeles o sellos, siempre que no sean tóxicos.

**Tabla 3. Características del aguaymanto en diferentes estados de madurez.**

Estado de Madurez	Aspecto externo del fruto	°Brix mínimo	% de ácido cítrico mínimo	Índice de Madurez °Brix/% ácido
Cero	Fisiológicamente desarrollado, color verde oscuro.	9,4	2,69	3,5
Uno	Color verde un poco más claro.	11,4	2,70	4,2
Dos	Color verde se manifiesta en las zonas cercanas al cáliz y hacia el centro del fruto aparecen unas tonalidades anaranjadas.	13,2	2,56	5,2
Tres	Color anaranjado con visos verdes hacia la zona del cáliz.	14,1	2,34	6,0
Cuatro	Color anaranjado claro.	14,5	2,03	7,1
Cinco	Color anaranjado.	14,8	1,83	8,1
Seis	Color anaranjado intenso.	15,1	1,68	9,0

Fuente: ICONTEC (1999) citado por Encina (2010)

## Anexo 2 Ficha Técnica de la Cera Usada

### Seal Brite Lustre Dry DS. Recubrimiento Protector para Frutas MAXIMO BRILLO - DOBLE CONCENTRACIÓN - RÁPIDO SECADO

**DESCRIPCIÓN SEAL BRITE LUSTRE DRY DS** es un recubrimiento de doble concentración en base acuosa, formulado con resinas naturales, agentes de flexibilidad y aditivos de secado, especialmente diseñado para el tratamiento de frutos. Es muy utilizado en cítricos incluyendo todas las variedades de limones, naranjas, mandarinas y pomelos.

**SEAL BRITE LUSTRE DRY DS** ha sido formulado con tecnología de última generación, que proporciona:

El **máximo brillo posible**, que intensifica el color de la fruta cítrica.

**Muy efectivo control de la deshidratación** o pérdida de peso, especial para la comercialización de fruta sin cámara de frío/alta humedad.

**Rápido secado**, evitándose los problemas de frutos pegajosos y manchados.

**Óptima acción como vehículo para la aplicación de fungicidas post-cosecha**, incluyendo TBZ, Imazalil, etc.

**SEAL BRITE LUSTRE DRY DS** contiene ingredientes de grado Aditivo Alimentario, aprobados para el tratamiento de frutos cítricos por el F.D.A. en EE.UU., según requerimientos establecidos en el Título 21 del Código Federal de Regulaciones (CFR21).

**SEAL BRITE LUSTRE DRY DS** es una emulsión compuesta por resinas naturales de ésteres de colofonia de madera, carnauba, ácidos grasos vegetales, hidróxido de amonio, proteínas vegetales, polietilenglicol, etanol y antiespumante siliconado de grado alimenticio, formulada especialmente para recubrir frutos cítricos.

**SEAL BRITE LUSTRE DRY DS** no contiene polietileno, ceras microcristalinas, parafina o alguna otra cera sintética, y no ha sido formulada con SOPP (Orto-Fenilfenato de Sodio) o cualquier otro fungicida. No contiene Morfolina, N-Dimetiletanolamina, N-Dietiletanolamina, Aminometilpropanol, Metoxipropilamina, Monoetanolamina, Dietanolamina, Trietanolamina y ninguna otra amina. Tampoco contiene ingredientes como, gluten o ningún otro alérgico conocido.

### APLICACIONES

**SEAL BRITE LUSTRE DRY DS** es el producto más indicado para el recubrimiento de frutos cítricos de mercado local, que requieren máximo brillo, máximo control de deshidratación en almacenamiento a temperatura ambiente, normal respiración durante una guarda menos prolongada, eficiente secado en línea de packing y compatibilidad con fungicidas post-cosecha, a fin de obtener la protección y apariencia exigidas por el mercado.

### PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Apariencia- color	:	Solución translúcida de color café oscuro
Contenido de sólidos totales (140°C)	:	32%
Peso específico (ASTM D-244)	:	1.02
Punto de inflamación	:	No es inflamable
pH	:	9.2
Contenido de solventes	:	No contiene
Duración de producto	:	1 año bajo temperatura de 4 - 40°C

**INSTRUCCIONES DE USO SEAL BRITE LUSTRE DRY DS** es una solución de viscosidad media, diluible, fácilmente aplicable por una variedad de métodos de dispersión, como pulverizadores a presión, tubos de goteo, sistemas atomizadores con aire comprimido o rotatorio de gota controlada. Posee un rápido secado, evitándose los problemas de fruto pegajoso ("tacking"), pegado de los rodillos enceradores, manchas en la fruta e ineficiencia en el PLU. El proceso de aplicación de **SEAL BRITE LUSTRE DRY DS** en los diferentes frutos está compuesto básicamente de cuatro etapas:

**1. Lavado de la fruta:** con frutos muy sucios es recomendable utilizar detergentes neutros como SHIELD BRITE DF-2000 o algún desinfectante, siendo aplicados en pozos de vaciado o en línea (sección lavado en duchas por aspersión).

**2. Pre secado de la fruta:** debe eliminarse el máximo posible de agua, pues esta diluye la cera, reduce el poder de humectación y nivelación, reduce la adherencia y el autobrillo. El producto acepta un cierto nivel bajo de humedad en la superficie a encerar.

**3. Aplicación del recubrimiento:** el sistema de dosificación del producto por goteo o aspersión, más un lecho de 6 a 8 rodillos de escobilla de pelo natural girando a 80-100 r.p.m. permiten distribuir homogéneamente la película sobre el fruto con un rendimiento aproximado de 1,000 a 1,500 Kg. de fruta por litro de recubrimiento diluido.

*SEAL BRITE LUSTRE DRY DS es un producto "Doble Concentración", con el doble de los activos normales, por lo que debe ser siempre diluido 1 parte de recubrimiento más 1 parte de agua potable (1 L concentrado + 1 L de agua)*

**4. Secado final del recubrimiento:** debe realizarse en un túnel con una temperatura y aire en contracorriente. La temperatura del túnel deber ser entre 40 - 50 °C y el tiempo de residencia de la fruta entre 120 a 180 segundos.

#### Notas

**Es importante limpiar cuidadosamente** con agua y detergente levemente alcalino los rodillos aplicadores y el sistema de aplicación, después de terminar el proceso de encerado de la fruta.

**En caso de mezclar con fungicidas,** la cera debe ser agitada permanentemente en el recipiente.

**CONDICIONES DE ALMACENAJE** Almacenar el producto en su envase cerrado en lugar fresco y seco, evitando la exposición al sol directo y a temperaturas extremas fuera del rango 4° a 40°C. **No congelar.** Eliminar el envase según las regulaciones del estado dónde se le utilice.

**PRECAUCIONES** En caso de ingestión accidental, acudir al médico. En caso de contacto con los ojos y la piel, lavar con abundante agua. Si la irritación persiste, acudir al médico. **Lavar las manos con agua después de entrar en contacto con el producto.**



### Anexo 3

#### Procedimientos para la determinación de características fisicoquímicas

##### a. Determinación de la Pérdida de Peso

Para la determinación de la pérdida de peso se siguió el siguiente procedimiento:

- Se presionó la tecla ON/OFF para prender el equipo.
- Se verificó que la burbuja de aire se encuentre dentro del círculo rojo, esto para la nivelación de la balanza.
- Se abrió la puerta de cristal y cuando la lectura estuvo en 0.0000g se puso un plato de plástico para colocar la muestra, luego se cerró la puerta y se esperó que la medida se estabilice.
- Luego se presionó la tecla TARE.
- Cuando la lectura estuvo en cero, se abrió la puerta de cristal y con el uso de guantes de látex se cogieron las frutas y se pusieron sobre el plato, para después cerrar dicha puerta y esperar a que se estabilice la medida.
- Luego se anotó el dato correspondiente.

##### b. Determinación de la firmeza del aguaymanto

Para la determinación de la firmeza se siguió el siguiente procedimiento:

- Se escogió dos frutas por cada parte de la bandeja
- Con la ayuda de un cúter se quitó la piel al aguaymanto
- Se aplicó fuerza sobre la fruta con el penetrómetro, hasta que penetre en la pulpa.
- Se leyó las medidas expresándola en lb- f.

##### c. Determinación de los valores de pH en el Aguaymanto

Para la obtención de los datos se siguió el siguiente procedimiento:

- Se presionó la tecla ON/OFF para prender el equipo.
- Se esperó a que se estabilice la lectura en la pantalla del equipo.
- Se retiró el capuchón de protección y lavar el electrodo con agua destilada.
- Se calibró el equipo con una solución buffer de pH 7.00.
- Se presionó la tecla CAL para la calibración y se dejó estabilizar la lectura.

- Se retiró el electrodo, se enjuagó con agua destilada y se dejó secar al aire.
- Se colocó el electrodo en la muestra y se presionó la tecla READ.
- Se esperó que la lectura se estabilice para proceder a leer el dato.
- Una vez terminado se procedió a enjuagar el electrodo con agua destilada y apagar el equipo presionando la tecla ON/OFF.

#### d. Determinación de los Solidos solubles Totales

Para la obtención de los datos de SST se siguió el siguiente procedimiento:

- Los frutos se exprimieron y se coló con la ayuda de un colador.
- Se presionó el botón START y se enjuagó con agua destilada.
- Luego se presionó el botón ZERO y cuando el visor estuvo en cero se colocó una gota del jugo obtenido.
- Luego se procedió a leer el dato obtenido, el cual se expresa en °Brix y se enjuagó con agua destilada para la próxima lectura.

#### e. Determinación de la Acidez Titulable

Para esta determinación se siguió el siguiente procedimiento:

- Se tomó una muestra de 1ml jugo puro de Aguaymanto y se diluyó con 9ml de agua destilada.
- A esta solución se le agregó 2 gotas de Fenolftaleína (0.1%) y se le tituló con una solución de NaOH 0,1 N, hasta el cambio de color (viraje).
- Es te procedimiento se realizó cada 7 días.
- Para calcular la acidez titulable se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ác. Cítrico} = \frac{V_1 \times N}{V_2} \times K \times 100$$

Donde:

$V_1$  : Volumen de NaOH consumido (ml)

$V_2$  : Valor de la muestra utilizada

$K$  : Peso del ácido predominante del fruto (ácido cítrico 0,064 g/meq)

$N$  : Normalidad del NaOH (0,1 meq/ml)

**Anexo 4**  
**Datos obtenidos de las características fisicoquímicas**

**a.- Datos obtenidos para la variable pérdida de peso**

PERDIDA DE PESO (%)						
TRATAMIENTOS	SEMANAS					
	0	1	2	3	4	5
T1 (inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 3±1°C)	0.00	4.65	8.10	11.14	14.23	17.93
	0.00	4.86	8.05	11.04	14.22	17.56
	0.00	4.74	8.26	10.85	13.64	16.72
	0.00	5.71	9.71	12.92	16.63	20.79
T2 (testigo almacenado a 3±1°C)	0.00	2.56	4.27	6.65	9.32	11.48
	0.00	2.29	4.69	7.05	9.83	12.50
	0.00	2.15	4.27	6.27	8.80	11.14
	0.00	2.22	4.52	6.86	9.77	12.68
T3 (encerado almacenado a 3±1°C)	0.00	3.67	6.78	10.00	13.56	17.35
	0.00	3.99	7.43	11.03	15.05	18.20
	0.00	3.52	6.45	9.50	13.10	17.08
	0.00	3.78	6.95	10.08	13.65	17.43
T4 (inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 13±2°C)	0.00	4.25	10.39	16.85	20.46	24.06
	0.00	4.52	11.07	18.26	22.50	27.25
	0.00	4.36	10.96	17.87	21.41	25.81
	0.00	4.26	10.87	17.44	21.98	25.46
T5 (testigo almacenado a 13±2°C)	0.00	2.92	8.31	13.51	16.24	19.90
	0.00	2.65	6.50	11.21	13.57	18.30
	0.00	2.09	6.21	10.10	12.16	17.21
	0.00	2.33	7.37	11.91	14.24	19.08
T6 (encerado almacenado a 13±2°C)	0.00	3.40	9.19	12.16	17.11	34.02
	0.00	4.06	9.62	15.45	18.47	27.12
	0.00	3.90	8.00	13.60	16.63	24.62
	0.00	4.29	10.35	16.52	20.21	32.86

**b.- Datos obtenidos para la variable firmeza**

FIRMEZA (lb-f)						
TRATAMIENTOS	SEMANAS					
	0	1	2	3	4	5
T1 (inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 3±1°C)	2.50	1.56	2.04	1.80	1.86	1.60
	2.28	1.98	1.60	1.60	1.60	1.88
	2.18	1.90	2.08	2.22	1.86	1.68
	2.36	1.34	1.60	1.94	1.68	1.72
T2 (testigo almacenado a 3±1°C)	2.50	2.60	1.80	1.60	1.40	1.62
	2.28	1.50	1.60	1.56	1.84	1.60
	2.18	1.60	1.86	1.90	1.70	1.76
	2.36	2.02	1.82	1.52	1.24	1.64
T3 (encerado almacenado a 3±1°C)	2.50	2.30	1.70	1.32	1.30	1.74
	2.28	2.20	1.84	1.52	1.44	1.82
	2.18	1.60	1.90	1.92	1.78	1.70
	2.36	2.08	2.00	1.80	1.36	1.52
T4 (inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 13±2°C)	2.50	1.60	1.54	1.48	1.20	1.54
	2.18	1.80	1.24	1.58	1.54	1.50
	2.28	1.90	1.40	1.58	1.38	1.48
	2.36	1.88	1.50	1.24	1.00	1.40
T5 (testigo almacenado a 13±2°C)	2.50	1.90	1.50	1.24	1.10	1.70
	2.28	1.60	1.42	1.50	1.52	1.58
	2.18	1.80	1.54	1.16	1.70	1.72
	2.36	1.84	1.80	1.56	1.20	1.66
T6 (encerado almacenado a 13±2°C)	2.50	1.52	1.90	1.76	1.64	1.44
	2.28	1.92	1.88	1.74	1.52	1.50
	2.18	1.82	1.70	1.42	1.66	1.70
	2.36	2.00	1.94	1.58	1.64	1.68

## c.- Datos obtenidos para la variable solidos solubles totales

SOLIDOS SOLUBLES TOTALES (°Brix)						
TRATAMIENTOS	SEMANAS					
	0	1	2	3	4	5
T1 (inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 3±1°C)	10.40	15.30	15.70	16.10	16.90	16.30
	11.70	14.80	15.90	15.50	17.60	17.40
	11.50	15.40	13.70	16.10	19.40	16.50
	10.70	14.70	15.50	14.70	19.00	17.00
T2 (testigo almacenado a 3±1°C)	10.40	14.50	15.40	16.50	17.10	17.20
	11.70	12.50	12.60	15.00	15.60	16.30
	11.50	11.50	13.70	15.60	16.00	15.40
	10.70	13.40	14.00	15.60	18.10	17.80
T3 (encerado almacenado a 3±1°C)	10.40	9.70	13.30	15.80	18.00	16.20
	11.70	13.20	14.00	16.70	17.90	18.70
	11.50	11.90	12.60	15.40	19.30	16.20
	10.70	13.50	16.20	17.40	18.20	17.50
T4 (inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 13±2°C)	10.40	12.30	15.30	15.40	15.10	15.80
	11.70	13.20	13.90	15.30	16.40	19.40
	11.50	14.50	14.70	14.90	18.10	19.20
	10.70	15.80	16.10	17.70	18.20	18.40
T5 (testigo almacenado a 13±2°C)	10.40	12.30	12.40	15.60	15.90	16.80
	11.70	12.30	13.00	14.80	15.50	16.30
	11.50	10.40	12.90	15.10	17.60	17.20
	10.70	12.40	13.40	14.30	17.00	16.50
T6 (encerado almacenado a 13±2°C)	10.40	12.70	14.30	16.70	17.80	18.90
	11.70	13.10	15.90	16.20	17.00	17.30
	11.50	14.80	16.60	16.30	15.90	16.30
	10.70	10.90	14.20	16.80	17.10	17.50

**d.- Datos obtenidos para la variable pH**

TRATAMIENTOS	pH					
	SEMANAS					
	0	1	2	3	4	5
T1 (inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 3±1°C)	3.95	3.39	4.03	4.10	4.32	4.37
	3.79	3.31	4.01	4.17	4.22	4.48
	3.96	3.19	3.88	4.16	4.20	4.48
	3.90	3.25	4.03	4.15	4.32	4.50
T2 (testigo almacenado a 3±1°C)	3.95	3.90	4.04	4.13	4.26	4.42
	3.79	3.83	4.03	4.17	4.30	4.46
	3.96	3.90	4.03	4.10	4.17	4.38
	3.90	3.88	4.09	4.17	4.32	4.42
T3 (encerado almacenado a 3±1°C)	3.95	3.26	4.03	4.26	4.26	4.42
	3.79	3.85	4.02	4.22	4.24	4.40
	3.96	3.75	4.05	4.22	4.26	4.41
	3.90	3.81	3.99	4.26	4.43	4.45
T4 (inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 13±2°C)	3.95	3.41	4.11	4.13	4.34	4.53
	3.79	3.37	4.06	4.14	4.38	4.67
	3.96	3.44	3.97	4.23	4.37	4.56
	3.90	3.34	4.07	4.21	4.35	4.58
T5 (testigo almacenado a 13±2°C)	3.95	3.98	4.01	4.28	4.32	4.59
	3.79	3.82	4.11	4.27	4.51	4.56
	3.96	3.80	4.07	4.32	4.39	4.50
	3.90	3.89	4.11	4.30	4.41	4.70
T6 (encerado almacenado a 13±2°C)	3.95	3.75	4.07	4.36	4.43	4.54
	3.79	3.92	4.07	4.43	4.48	4.53
	3.96	3.85	4.17	4.28	4.33	4.40
	3.90	3.86	4.06	4.31	4.36	4.69

## e.- Datos obtenidos para la variable acidez titulable

ACIDEZ TITULABLE (% ácido cítrico)						
TRATAMIENTOS	SEMANAS					
	0	1	2	3	4	5
T1 (inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 3±1°C)	2.11	1.92	1.98	2.30	1.95	2.11
	2.46	1.92	2.05	1.73	1.82	1.76
	2.18	2.18	1.92	1.79	1.82	1.79
	2.25	1.92	1.79	2.18	1.89	1.67
T2 (testigo almacenado a 3±1°C)	2.11	1.79	1.92	1.92	1.69	1.69
	2.46	1.98	2.08	1.92	1.72	1.68
	2.18	1.98	1.70	1.98	1.74	1.70
	2.25	1.86	1.95	1.92	1.69	1.56
T3 (encerado almacenado a 3±1°C)	2.11	2.30	2.05	1.85	1.79	1.89
	2.46	2.43	2.24	2.02	1.89	1.79
	2.18	2.18	1.85	1.66	1.76	1.69
	2.25	2.11	1.98	2.05	1.56	1.59
T4 (inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 13±2°C)	2.11	2.18	2.05	1.79	1.66	1.63
	2.46	2.11	2.15	1.82	1.85	1.85
	2.18	2.18	2.18	1.98	1.76	1.69
	2.25	2.18	1.98	1.82	1.82	1.72
T5 (testigo almacenado a 13±2°C)	2.11	2.02	1.79	1.76	1.63	1.63
	2.46	1.86	1.89	1.56	1.46	1.48
	2.18	1.73	1.69	1.63	1.59	1.57
	2.25	1.79	1.82	1.56	1.50	1.49
T6 (encerado almacenado a 13±2°C)	2.11	2.05	1.89	1.72	1.69	1.72
	2.46	1.95	1.73	1.53	1.56	1.56
	2.18	2.11	1.59	1.59	1.66	1.72
	2.25	2.18	2.02	1.63	1.72	1.62

## f.- Resumen de resultados promedio de características fisicoquímicas

Tratamientos	TIEMPO (Semanas)	PROMEDIOS DE CARACTERÍSTICAS FISICOQUIMICAS				
		Pérdida de Peso (%)	Firmeza (Lb-f)	SST (°Brix)	pH	AT (%)
T1 (Inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 3±1°C)	0	0.00	2.33	11.08	3.90	2.25
	1	4.99	1.70	15.05	3.29	1.98
	2	8.53	1.83	15.20	3.99	1.94
	3	11.49	1.89	15.60	4.15	2.00
	4	14.68	1.75	18.23	4.27	1.87
	5	18.25	1.72	16.80	4.46	1.83
T2 (Testigo almacenado a 3±1°C)	0	0.00	2.33	11.08	3.90	2.25
	1	2.31	1.93	12.98	3.88	1.90
	2	4.44	1.77	13.93	4.05	1.91
	3	6.71	1.65	15.68	4.14	1.94
	4	9.43	1.55	16.70	4.26	1.71
	5	11.95	1.66	16.68	4.42	1.66
T3 (Encerado almacenado a 3±1°C)	0	0.00	2.33	11.08	3.90	2.25
	1	3.74	2.05	12.08	3.67	2.26
	2	6.90	1.86	14.03	4.02	2.03
	3	10.15	1.64	16.33	4.24	1.90
	4	13.84	1.47	18.35	4.30	1.75
	5	17.52	1.70	17.15	4.42	1.74
T4 (Inmersión en CaCl <sub>2</sub> almacenado a 13±2°C)	0	0.00	2.33	11.08	3.90	2.25
	1	4.35	1.80	13.95	3.39	2.16
	2	10.82	1.42	15.00	4.05	2.09
	3	17.61	1.47	15.83	4.18	1.85
	4	21.59	1.28	16.95	4.36	1.77
	5	25.65	1.48	18.20	4.59	1.72
T5 (Testigo almacenado a 13±2°C)	0	0.00	2.33	11.08	3.90	2.25
	1	2.50	1.79	11.85	3.87	1.85
	2	7.10	1.57	12.93	4.08	1.80
	3	11.68	1.37	14.95	4.29	1.63
	4	14.05	1.38	16.50	4.41	1.55
	5	18.62	1.67	16.70	4.59	1.54
T6 (Encerado almacenado a 13±2°C)	0	0.00	2.33	11.08	3.90	2.25
	1	3.91	1.82	12.88	3.85	2.07
	2	9.29	1.86	15.25	4.09	1.81
	3	14.43	1.63	16.50	4.35	1.62
	4	18.11	1.62	16.95	4.40	1.66
	5	29.66	1.58	17.50	4.54	1.66

## Anexo 5

## a. Tablas ANVA y pruebas de significancia para pérdida de peso

## a.1. ANVA para porcentaje de pérdida de peso considerando las cinco semanas de almacenamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Semanas	5	6780.434045	1356.086809	233.56	2.28	3.16	**	<.0001
Temperatura (T)	1	461.354601	461.354601	79.46	3.91	6.83	**	<.0001
Método (M)	2	447.515868	223.757934	38.54	3.06	4.76	**	<.0001
T x M	2	3.007043	1.503522	0.26	3.06	4.76	n.s.	0.7722
Error experimental	133	772.224826	5.806202					
Total correcto	143	8464.536383						

CV=24.49

 $\bar{X}=9.84$ 

## a.1.1. Prueba de Tukey para semanas sobre pérdida de peso

Orden de merito	Semanas	Promedio de pérdida de peso (%)	Sig. $\leq 0.05$
1	5	20.27	a
2	4	15.28	b
3	3	12.01	c
4	2	7.85	d
5	1	3.63	e
6	0	0.0	f

## a.1.2. Prueba de Tukey para factor temperaturas sobre pérdida de peso

Orden de merito	Temperatura	Promedio de pérdida de peso (%)	Sig. $\leq 0.05$
1	TA	11.63	a
2	TR	8.05	b

## a.1.3. Prueba de Tukey para factor métodos sobre pérdida de peso

Orden de merito	Método	Promedio de pérdida de peso (%)	Sig. $\leq 0.05$
1	INM	11.50	a
2	ENC	10.62	b
3	TES	7.40	c



**a.2. ANVA para la 1ra semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.05133750	0.05133750	0.51	4.41	8.29	n.s.	0.4826
Método (M)	2	21.01863333	10.50931667	105.25	3.55	6.01	**	<.0001
T x M	2	0.90790000	0.45395000	4.55	3.55	6.01	*	0.0252
Error	18	1.79732500	0.09985139					
Total correcto	23	23.77519583						

CV=8.70%

$\bar{x}$ =3.63

**a.2.1. Prueba de Tukey para factor método sobre pérdida de peso a la primera semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio pérdida peso (%)	Sig.≤0.05
1	INM	4.67	a
2	ENC	3.83	b
3	TES	2.40	c

**a.2.2. Prueba de Tukey para interacción entre el factor temperatura por método sobre pérdida de peso a la primera semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Método	Promedio pérdida peso (%)	Sig.≤0.05
1	TR	INM	4.99	a
2	TA	INM	4.35	a b
3	TA	ENC	3.91	b
4	TR	ENC	3.74	b
5	TA	TES	2.50	c
6	TR	TES	2.31	c

**a.3. ANVA para la segunda semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	35.91706667	35.91706667	77.22	4.41	8.29	**	<.0001
Método (M)	2	61.86080833	30.93040417	66.50	3.55	6.01	**	<.0001
T x M	2	0.14555833	0.07277917	0.16	3.55	6.01	n.s.	0.8563
Error	18	8.3727000	0.4651500					
Total correcto	23	106.2961333						

CV=8.69%

$\bar{x}$ =7.85

**a.3.1. Prueba de Tukey para factor método sobre pérdida de peso a la segunda semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio pérdida de peso (%)	Sig.≤0.05
1	INM	9.68	a
2	ENC	8.10	b
3	TES	5.77	c

**a.3.2. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre pérdida de peso a la segunda semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio pérdida de peso (%)	Sig.≤0.05
1	TA	9.07	a
2	T R	6.62	b

**a.4. ANVA para la tercera semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura	1	35.91706667	35.91706667	124.35	4.41	8.29	**	<.0001
Método (M)	2	61.86080833	30.93040417	45.58	3.55	6.01	**	<.0001
T x M	2	0.14555833	0.07277917	1.36	3.55	6.01	n.s.	0.8563
Error	18	8.3727000	0.4651500					
Total correcto	23	106.2961333						

CV=9.37%       $\bar{x}=7.85$

**a.4.1. Prueba de Tukey para factor método sobre pérdida de peso a la tercera semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio pérdida de peso (%)	Sig.≤0.05
1	INM	14.55	a
2	ENC	12.29	b
3	TES	9.20	c

**a.4.2. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre pérdida de peso a la segunda semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio pérdida de peso (%)	Sig.≤0.05
1	TA	14.57	a
2	TR	9.45	b

**a.5. ANVA para la cuarta semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	166.3213500	166.3213500	111.86	4.41	8.29	**	<.0001
Método (M)	2	169.1694250	84.5847125	56.89	3.55	6.01	**	<.0001
T x M	2	8.2212250	4.1106125	2.76	3.55	6.01	n.s.	0.0897
Error	18	26.7630500	1.4868361					
Total correcto	23	370.4750500						

CV=7.98%       $\bar{x}=15.28$

**a.5.1. Prueba de Tukey para factor método sobre pérdida de peso a la cuarta semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio pérdida de peso (%)	Sig. ≤ 0.05
1	INM	14.55	a
2	ENC	12.29	b
3	TES	9.20	c

**a.5.2. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre pérdida de peso a la cuarta semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio pérdida de peso (%)	Sig. ≤ 0.05
1	TA	14.57	a
2	TR	9.45	b

**a.6 ANVA para la quinta semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	457.8887042	457.8887042	100.55	4.41	8.29	**	<.0001
Método (M)	2	309.1277583	154.5638792	33.94	3.55	6.01	**	<.0001
T x M	2	35.2870583	17.6435292	3.87	3.55	6.01	*	0.0399
Error	18	81.9691750	4.5538431					
Total correcto	23	884.2726958						

CV=10.53%

$\bar{x}=20.27$

**a.6.1. Prueba de Tukey para factor método sobre pérdida de peso a la quinta semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio pérdida de peso (%)	Sig. ≤ 0.05
1	INM	23.59	a
2	ENC	21.95	a
3	TES	15.29	b

**a.6.2. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre pérdida de peso a la quinta semana de evaluación.**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio pérdida de peso (%)	Sig. ≤ 0.05
1	TA	24.64	a
2	TR	15.91	b

**a.6.3. Prueba de Tukey para interacción entre el factor temperatura por método sobre pérdida de peso a la quinta semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Método	Promedio pérdida de peso (%)	Sig. ≤ 0.05
1	TA	ENC	29.66	a
2	TA	INM	25.65	a
3	TA	TES	18.62	b
4	TR	INM	18.25	b
5	TR	ENC	17.52	b
6	TR	TES	11.95	c



**b. Tablas ANVA y pruebas de significancia para firmeza**

**b.1. ANVA para firmeza (lb-f) considerando las cinco semanas de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Semanas	5	10.49051389	2.09810278	51.94	2.28	3.16	**	<.0001
Temperatura (T)	1	0.66422500	0.66422500	16.44	3.91	6.83	**	<.0001
Método (M)	2	0.17317222	0.08658611	2.14	3.06	4.76	N.S.	0.1213
T x M	2	0.24851667	0.12425833	3.10	3.06	4.76	*	0.0494
Error experimental	133	5.37296944	0.04039827					
Total correcto	143	16.94939722						

CV=11.34%

$\bar{X}=1.77$

**b.1.1. Prueba de Tukey para semanas sobre firmeza**

Orden de merito	Semanas	Promedio de firmeza (lb-f)	Sig. ≤ 0.05
1	0	2.33	a
2	1	1.84	b
3	2	1.72	b c
4	3	1.63	c d
5	4	1.61	c d
6	5	1.51	d

**b.1.2. Prueba de Tukey para factor temperaturas sobre firmeza**

Orden de merito	Temperaturas	Promedio de firmeza (lb-f)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	1.84	a
2	TA	1.70	b

**b.1.3. Prueba de Tukey para factor métodos sobre firmeza**

Orden de merito	Métodos	Promedio de firmeza (lb-f)	Sig. ≤ 0.05
1	ENC	1.82	a
2	INM	1.75	b
3	TES	1.75	b

**b.1.4. Prueba de Tukey para factor temperatura y método sobre firmeza**

Orden de merito	Temperaturas	Métodos	Promedio de firmeza (lb-f)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	INM	1.87	a
2	TR	ENC	1.84	a b
3	TR	TES	1.81	a b
4	TA	ENC	1.80	a b
5	TA	TES	1.68	b c
6	TA	INM	1.63	c



**b.2. ANVA para la primera semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.05041667	0.05041667	0.59	4.41	8.29	n.s.	0.4535
Método (M)	2	0.13903333	0.06951667	0.81	3.55	6.01	n.s.	0.4607
T x M	2	0.11743333	0.05871667	0.68	3.55	6.01	n.s.	0.5174
Error	18	1.54590000	0.08588333					
Total correcto	23	1.85278333						

CV=15.89%

$\bar{x}=1.84$

**b.3. ANVA para la segunda semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.25626667	0.25626667	9.84	4.41	8.29	**	0.0057
Método (M)	2	0.24523333	0.12261667	4.71	3.55	6.01	*	0.0226
T x M	2	0.16403333	0.08201667	3.15	3.55	6.01	n.s.	0.0671
Error	18	0.46860000	0.02603333					
Total correcto	23	1.13413333						

CV=9.40%

$\bar{x}=1.72$

**b.3.1. Prueba de Tukey para factor método sobre firmeza a la segunda semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio de firmeza (lb-f)	Sig. ≤ 0.05
1	ENC	1.86	a
2	TES	1.67	b
3	INM	1.63	b

**b.3.2. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre firmeza a la segunda semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio de firmeza (lb-f)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	1.82	a
2	TA	1.61	b

**b.4. ANVA para la tercera semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.34	0.34	7.86	4.41	8.29	*	0.0118
Método (M)	2	0.13	0.07	1.51	3.55	6.01	n.s.	0.2476
T x M	2	0.17	0.08	1.95	3.55	6.01	n.s.	0.1711
Error	18	0.78	0.04					
Total correcto	23	1.42						

CV=12.97%

$\bar{x}=1.84$

**b.4.1. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre firmeza a la tercera semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio de firmeza (lb-f)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	1.73	a
2	TA	1.49	b

**b.5. ANVA para la cuarta semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.16006667	0.16006667	3.50	4.41	8.29	n.s.	0.0776
Método (M)	2	0.02643333	0.01321667	0.29	3.55	6.01	n.s.	0.7522
T x M	2	0.37823333	0.18911667	4.14	3.55	6.01	*	0.0332
Error	18	0.82220000	0.04567778					
Total correcto	23	1.38693333						

CV=14.19%

$\bar{x}=1.51$

**b.5.1. Prueba de Tukey para interacción entre el factor temperatura por método sobre firmeza a la cuarta semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Métodos	Promedio de firmeza (lb-f)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	INM	1.75	a
2	TA	ENC	1.62	a b
3	TR	TES	1.55	a b
4	TR	ENC	1.47	a b
5	TA	TES	1.38	b
6	TA	IINM	1.28	b

**b.6. ANVA para la quinta semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.07935000	0.07935000	8.04	4.41	8.29	*	0.0110
Método (M)	2	0.01470000	0.00735000	0.74	3.55	6.01	n.s.	0.4890
T x M	2	0.06250000	0.03125000	3.17	3.55	6.01	n.s.	0.0664
Error	18	0.17770000	0.00987222					
Total correcto	23	0.33425000						

CV=6.09%

$\bar{x}=1.63$

**b.6.1. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre firmeza a la quinta semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio de firmeza (lb-f)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	1.69	a
2	TA	1.58	b

**c. Tablas ANVA y pruebas de significancia para sólidos solubles totales (SST)**

**c.1. ANVA para SST (°Brix) considerando las cinco semanas de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Semanas	5	711.1020139	142.2204028	121.47	2.28	3.16	**	<.0001
Temperatura (T)	1	0.8867361	0.8867361	0.76	3.91	6.83	n.s.	0.3857
Método (M)	2	24.7401389	12.3700694	10.56	3.06	4.76	**	<.0001
T x M	2	2.9051389	1.4525694	1.24	3.06	4.76	n.s.	0.2925
Error experimental	133	155.7242361	1.1708589					
Total correcto	143	895.3582639						

CV=7.31%  $\bar{X}$ =14.81

**c.1.1. Prueba de Tukey para semanas sobre SST**

Orden de merito	Semanas	Promedio de SST (°Brix)	Sig. ≤ 0.05
1	4	17.28	a
2	5	17.17	a
3	3	15.81	b
4	2	14.39	c
5	1	13.13	d
6	0	11.08	e

**c.1.2. Prueba de Tukey para factor métodos sobre SST**

Orden de merito	Métodos	Promedio de SST (°Brix)	Sig. ≤ 0.05
1	INM	15.25	a
2	ENC	14.92	a
3	TES	14.25	b

**c.2. ANVA para la primera semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	1.35375000	1.35375000	0.77	4.41	8.29	n.s.	0.3926
Método (M)	2	22.56583333	11.28291667	6.40	3.55	6.01	**	0.0080
T x M	2	4.87750000	2.43875000	1.38	3.55	6.01	n.s.	0.2764
Error	18	31.75250000	1.76402778					
Total correcto	23	60.54958333						

CV=10.12%  $\bar{x}$ =13.13

**c.2.1. Prueba de Tukey para factor método sobre sólidos solubles totales a la primera semana de evaluación.**

Orden de mérito	Métodos	Promedio de SST (°Brix)	Sig.≤0.05
1	INM	14.50	a
2	ENC	12.48	b
3	TES	12.41	b

**c.3. ANVA para la segunda semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.00041667	0.00041667	0.00	4.41	8.29	n.s.	0.9854
Método (M)	2	11.97250000	5.98625000	4.96	3.55	6.01	*	0.0192
T x M	2	5.08083333	2.54041667	2.11	3.55	6.01	n.s.	0.1507
Error	18	21.71250000	1.20625000					
Total correcto	23	38.76625000						

CV=7.63%

$\bar{x}$ =14.39

**c.3.1. Prueba de Tukey para factor método sobre sólidos solubles totales a la segunda semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio de SST (°Brix)	Sig.≤0.05
1	INM	15.10	a
2	ENC	14.64	a b
3	TES	13.43	b

**c.4. ANVA para la tercera semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.07	0.07	0.12	4.41	8.29	n.s.	0.7367
Método (M)	2	4.96	2.48	4.11	3.55	6.01	*	0.0340
T x M	2	1.14	0.57	0.95	3.55	6.01	n.s.	0.4066
Error	18	10.87	0.60					
Total correcto	23	17.05						

CV=4.92%

$\bar{x}$ =14.39

**c.4.1. Prueba de Tukey para factor método sobre sólidos solubles totales a la tercera semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio de SST (°Brix)	Sig.≤0.05
1	ENC	16.41	a
2	INM	15.71	a b
3	TES	15.31	b

**c.5. ANVA para la cuarta semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	5.51041667	5.51041667	4.84	4.41	8.29	*	0.0410
Método (M)	2	5.55083333	2.77541667	2.44	3.55	6.01	n.s.	0.1155
T x M	2	1.74083333	0.87041667	0.77	3.55	6.01	n.s.	0.4798
Error	18	20.47750000	1.13763889					
Total correcto	23	33.27958333						

CV=6.17%

$\bar{x}=17.28$

**c.5.1. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre sólidos solubles totales a la cuarta semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio SST (°Brix)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	17.76	a
2	TA	16.80	b

**c.6. ANVA para la quinta semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	2.10041667	2.10041667	1.84	4.41	8.29	n.s.	0.1914
Método (M)	2	2.92583333	1.46291667	1.28	3.55	6.01	n.s.	0.3013
T x M	2	2.06583333	1.03291667	0.91	3.55	6.01	n.s.	0.4217
Error	18	20.51750000	1.13986111					
Total correcto	23	27.60958333						

CV=6.22%

$\bar{x}=17.17$

**d. Tablas ANVA y pruebas de significancia para pH**

**d.1. ANVA considerando las 5 semanas de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Semanas	5	11.27318333	2.25463667	166.29	2.28	3.16	**	<.0001
Temperatura (T)	1	0.24502500	0.24502500	18.07	3.91	6.83	**	<.0001
Método (M)	2	0.33431667	0.16715833	12.33	3.06	4.76	**	<.0001
T x M	2	0.00380000	0.00190000	0.14	3.06	4.76	n.s.	0.8694
Error experimental	133	1.80327500	0.01355846					
Total correcto	143	13.65960000						

CV=2.83%

$\bar{X}=4.11$



**d.1.1. Prueba de Tukey para semanas sobre pH**

Orden de merito	Semanas	Promedio de pH	Sig. ≤ 0.05
1	5	4.50	a
2	4	4.33	b
3	3	4.22	c
4	2	4.05	d
5	1	3.90	e
6	0	3.66	f

**d.1.2. Prueba de Tukey para factor temperaturas sobre pH**

Orden de merito	Temperaturas	Promedio de pH	Sig. ≤ 0.05
1	TA	4.15	a
2	TR	4.07	b

**d.1.3. Prueba de Tukey para factor métodos sobre pH**

Orden de merito	Métodos	Promedio de pH	Sig. ≤ 0.05
1	TES	4.15	a
2	ENC	4.14	a
3	INM	4.04	b

**d.2. ANVA para la primera semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.05133750	0.05133750	3.16	4.41	8.29	n.s.	0.0923
Método (M)	2	1.27562500	0.63781250	39.29	3.55	6.01	**	<.0001
T x M	2	0.03377500	0.01688750	1.04	3.55	6.01	n.s.	0.3737
Error	18	0.29222500	0.01623472					
Total correcto	23	1.65296250						

CV=3.48%

$\bar{x}$ =3.66

**d.2.1. Prueba de Tukey para factor método sobre potencial del hidrogeno (pH) a la primera semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio de pH	Sig. ≤ 0.05
1	TES	3.88	a
2	ENC	3.76	a
3	INM	3.34	b

**d.3. ANVA para la segunda semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.01760417	0.01760417	7.00	4.41	8.29	*	0.0164
Método (M)	2	0.00832500	0.00416250	1.65	3.55	6.01	n.s.	0.2189
T x M	2	0.00215833	0.00107917	0.43	3.55	6.01	n.s.	0.6576
Error	18	0.04527500	0.00251528					
Total correcto	23	0.07336250						

CV=1.24%

$\bar{x}=4.05$

**d.3.1. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre potencial del hidrogeno (pH) a la segunda semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio de pH	Sig.≤0.05
1	TA	4.07	a
2	TR	4.02	b

**d.4. ANVA para la tercera semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.01760417	0.01760417	33.26	4.41	8.29	*	<0.0001
Método (M)	2	0.00832500	0.00416250	20.93	3.55	6.01	**	<0.0001
T x M	2	0.00215833	0.00107917	4.24	3.55	6.01	*	0.0309
Error	18	0.04527500	0.00251528					
Total correcto	23	0.07336250						

CV=0.96%

$\bar{x}=4.05$

**d.4.1. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre potencial del hidrogeno (pH) a la tercera semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio de pH	Sig.≤0.05
1	TA	4.27	a
2	TR	4.18	b

**d.4.2. Prueba de Tukey para factor método sobre potencial del hidrogeno (pH) a la tercera semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio de pH	Sig.≤0.05
1	ENC	4.29	a
2	TES	4.22	b
3	INM	4.16	c

**d.4.3. Prueba de Tukey para interacción entre el factor temperatura por método sobre pH a la tercera semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperatura	Métodos	Promedio de pH	Sig. ≤ 0.05
1	TA	ENC	4.35	a
2	TA	TES	4.29	a b
3	TR	ENC	4.24	b c
4	TA	INM	4.18	c d
5	TR	INM	4.15	d
6	TR	TES	4.14	d

**d.5. ANVA para la cuarta semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.07820417	0.07820417	17.06	4.41	8.29	**	0.0006
Método (M)	2	0.00535833	0.00267917	0.58	3.55	6.01	n.s.	0.5677
T x M	2	0.00290833	0.00145417	0.32	3.55	6.01	n.s.	0.7322
Error	18	0.08252500	0.00458472					
Total correcto	23	0.16899583						

CV=1.56%

$\bar{x}$ =4.33

**d.5.1. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre potencial del hidrogeno (pH) a la cuarta semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio de pH	Sig. ≤ 0.05
1	TA	4.39	a
2	TR	4.28	b

**d.6. ANVA para la quinta semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperaturas (T)	1	0.11481667	0.11481667	23.16	4.41	8.29	**	0.0001
Método (M)	2	0.00685833	0.00342917	0.69	3.55	6.01	n.s.	0.5136
T x M	2	0.00260833	0.00130417	0.26	3.55	6.01	n.s.	0.7716
Error	18	0.08925000	0.00495833					
Total correcto	23	0.21353333						

CV=1.56%

$\bar{x}$ =4.50

**d.6.1. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre potencial del hidrogeno (pH) a la quinta semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperatura	Promedio de pH	Sig. ≤ 0.05
1	TA	4.57	a
2	TR	4.43	b



**e. Tablas ANVA y pruebas de significancia para acidez titulable**

**e.1. ANVA para acidez titulable (%) considerando las cinco semanas de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Semanas	5	5.39732847	1.07946569	57.45	2.28	3.16	**	<.0001
Temperaturas	1	0.29793403	0.29793403	15.86	3.91	6.83	**	0.0001
Método (M)	2	0.50973472	0.25486736	13.57	3.06	4.76	**	<.0001
T x M	2	0.13877639	0.06938819	3.69	3.06	4.76	*	0.0275
Error experimental	133	2.49885903	0.01878841					
Total correcto	143	8.84263264						

CV=7.18%

$\bar{X}$ =1.91

**e.1.1. Prueba de Tukey para semanas sobre acidez**

Orden de merito	Semanas	Promedio de acidez	Sig. ≤ 0.05
1	0	2.25	a
2	1	2.04	b
3	2	1.93	b c
4	3	1.82	c d
5	4	1.72	d e
6	5	1.69	e

**e.1.2. Prueba de Tukey para factor temperaturas sobre acidez**

Orden de merito	Temperaturas	Promedio de acidez titulable (%)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	1.95	a
2	TA	1.86	b

**e.1.3. Prueba de Tukey para factor métodos sobre acidez**

Orden de merito	Métodos	Promedio de acidez titulable (%)	Sig. ≤ 0.05
1	INM	1.98	a
2	ENC	1.92	a
3	TES	1.83	b

**e.1.4. Prueba de Tukey para factor temperatura y método sobre acidez**

Orden de merito	Temperaturas	Métodos	Promedio de acidez titulable (%)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	ENC	1.99	a
2	TR	INM	1.98	a
3	TA	INM	1.98	a
4	TR	TES	1.89	b
5	TA	ENC	1.84	b c
6	TA	TES	1.77	c

**e.2. ANVA para la primera semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.00276276	0.00276276	0.23	4.41	8.29	n.s.	0.6353
Método (M)	2	0.34611815	0.17305907	14.58	3.55	6.01	**	0.0002
T x M	2	0.13386215	0.06693107	5.64	3.55	6.01	*	0.0126
Error	18	0.21370144	0.01187230					
Total correcto	23	0.69644449						

CV=5.35%

$\bar{x}$ =2.04

**e.2.1. Prueba de Tukey para factor método sobre acidez titulable a la primera semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio de acidez titulable (%)	Sig.≤0.05
1	ENC	2.16	a
2	INM	2.07	a
3	TES	1.88	b

**e.2.2. Prueba de Tukey para interacción entre el factor temperatura por método sobre acidez titulable a la primera semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Métodos	Promedio de acidez titulable (%)	Sig.≤0.05
1	TR	ENC	2.26	a
2	TA	INM	2.16	a b
3	TA	ENC	2.07	a b c
4	TR	INM	1.98	b c
5	TR	TES	1.90	c
6	TA	TES	1.85	c

**e.3. ANVA para la segunda semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.02394648	0.02394648	1.28	4.41	8.29	n.s.	0.2728
Método (M)	2	0.10140041	0.05070021	2.71	3.55	6.01	n.s.	0.0937
T x M	2	0.15092148	0.07546074	4.03	3.55	6.01	*	0.0357
Error	18	0.33688708	0.01871595					
Total correcto	23	0.61315546						

CV=7.10%

$\bar{x}$ =1.93

**e.3.1. Prueba de Tukey para interacción entre el factor temperatura por método sobre acidez titulable a la primera semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Métodos	Promedio de acidez titulable (%)	Sig. ≤ 0.05
1	TA	INM	2.09	a
2	TR	ENC	2.03	a
3	TR	INM	1.94	a b
4	TR	TES	1.91	a b
5	TA	ENC	1.81	b
6	TA	TES	1.80	b

**e.4. ANVA para la tercera semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.02394648	0.02394648	15.96	4.41	8.29	**	0.0008
Método (M)	2	0.10140041	0.05070021	2.99	3.55	6.01	n.s.	0.0756
T x M	2	0.15092148	0.07546074	0.66	3.55	6.01	n.s.	0.5312
Error	18	0.33688708	0.01871595					
Total correcto	23	0.61315546						

CV=8-25%

$\bar{x}$ =1.93

**e.4.1. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre acidez titulable a la tercera semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio de acidez titulable (%)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	1.94	a
2	TA	1.70	b

**e.5. ANVA para la cuarta semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.08401667	0.08401667	12.26	4.41	8.29	**	0.0025
Método (M)	2	0.15305252	0.07652626	11.17	3.55	6.01	**	0.0007
T x M	2	0.00725915	0.00362957	0.53	3.55	6.01	n.s.	0.5977
Error	18	0.12335113	0.00685284					
Total correcto	23	0.36767946						

CV=4.82%

$\bar{x}$ =1.72

**e.5.1. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre acidez titulable a la cuarta semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio de acidez titulable (%)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	1.78	a
2	TA	1.66	b

**e.5.2. Prueba de Tukey para factor método sobre acidez titulable a la cuarta semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio de acidez titulable (%)	Sig. ≤ 0.05
1	INM	1.82	a
2	ENC	1.70	b
3	TES	1.63	b

**e.6. ANVA para la quinta semana de almacenamiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Temperatura (T)	1	0.06355104	0.06355104	4.87	4.41	8.29	**	0.0406
Método (M)	2	0.12600006	0.06300003	4.82	3.55	6.01	*	0.0210
T x M	2	0.00105977	0.00052989	0.04	3.55	6.01	n.s.	0.9603
Error	18	0.23512125	0.01306229					
Total correcto	23	0.42573212						

CV=6.76%

$\bar{x}$ =1.69

**e.6.1. Prueba de Tukey para factor temperatura sobre acidez titulable a la quinta semana de evaluación**

Orden de mérito	Temperaturas	Promedio de acidez titulable (%)	Sig. ≤ 0.05
1	TR	1.74	a
2	TA	1.64	b

**e.6.2. Prueba de Tukey para factor método sobre acidez titulable a la quinta semana de evaluación**

Orden de mérito	Métodos	Promedio de acidez titulable (%)	Sig. ≤ 0.05
1	INM	1.78	a
2	ENC	1.70	a b
3	TES	1.60	b

**Anexo 6**  
**Fotografías**



**Fotografía 01.** Estación Experimental Agraria Andenes Cuscoubicado en el distrito de Mollepata



**Fotografía 02.** Aguaymantos antes de cosecha



**Fotografía 03.** Aguaymantos cosechados



**Fotografía 04.** Retirado de cáliz **Fotografía 05.** Lavado y desinfección de frutos del aguaymanto



**Fotografía 06.** Escurrido de los frutos



**Fotografía 07.** Extendido de los frutos para el secado



**Fotografía 08.** Encerado de los aguaymantos



**Fotografía 09.** Almacenamiento a temperatura ambiente



**Fotografía 10.** Almacenamiento a temperatura de refrigeración

Tratamientos	Fotografías	
T1		
T2		
T3		
T4		
T5		
T6		

**Fotografía 11.** Frutos de aguaymanto hasta las 3 semanas de almacenamiento



**Fotografía 12.** Frutos de aguaymanto a los 35 días de almacenamiento



**Fotografía 13.** Frutos de aguaymanto después de 2 meses de almacenamiento